Praktische Anweisung

zur

Wasserbaukunst.

Zweites Heft.

Praktische Anweisung

zur

Wasserbaukunst,

welche

eine Anleitung zur Entwerfung, Veranschlagung und Ausführung der am gewöhnlichsten vorkommenden Wasserbaue

enthält.

Herausgegeben

von

D. Gilly und J. A. Eytelwein
Königlich Preußischen geheimen Ober-Bau-Räthen.

Coburger Landess Bücherei

Zweites Heft.

Von den Maschinen, zum Ausschöpfen des Wassers aus dem Grundbaue.

Mit 14 Kupfertafeln.

Berlin, 1803.
In der Realschulbuchhandlung.

Praktische Anweisung

zur

Wasserbaukunst

welche

eine Anleitung zur Entwerfung, Veranschlagung und Ausführung der am gewöhnlichsten vorkommenden Wasserbaue

enthält.

Herausgegeben

von

D. Gilly und J. A. Eytelwein

Königlich Preußischen geheimen Ober-Bauräthen.

Zweites Heft.

[illegible]

Mit [illegible] Kupfertafeln.

Berlin, [illegible].

In der Realschulbuchhandlung.

Vorrede.

Die Ordnung in welcher wir die verschiedenen Gegenstände der Wasserbaukunst abzuhandeln gedenken, erforderte in diesem Hefte eine kurze Uebersicht derjenigen Maschinen zu geben, welche beim Ausschöpfen des Wassers aus dem Grundbaue gebräuchlich sind. Im ersten Hefte haben wir diese Ordnung bereits angezeigt, und wir finden nur noch in Absicht des vorliegenden zu erinnern, daß hier allein von solchen Maschinen die Rede ist, welche nur auf eine kurze Zeit gebraucht werden sollen, also keineswegs von einer vollständigen Maschinenlehre und noch weniger von einer vollständigen Theorie der Maschinen. Es ist daher bei der Berechnung der Maschinen unr so viel aufgenommen worden, als zur ungefähren Beurtheilung ihres Effekts erforderlich ist. Dies wird auch bei dem blos temporellen Gebrauche dieser Maschinen, während der Ausführung eines Baues, um so mehr zureichend seyn,

da

da die auszuschöpfende Wassermenge, welche die Quellen, das Durchseigern der Fangdämme und starke anhaltende Regengüsse verursachen, so veränderlich ist, daß dafür doch nichts bestimmtes in Rechnung gebracht werden kann. Bei den mehresten Bauausführungen zeigt es sich gewöhnlich erst während der Arbeit, ob diese oder jene Maschinen zum Ausschöpfen des Grundwassers hinreichend sind, oder ob noch mehrere herbeigeschaft werden müssen, daher wird eine mit Zeichnungen begleitete Beschreibung von der Zusammensetzung der beim Grundbaue gebräuchlichsten Maschinen und die ungefähre Angabe ihres Effekts, dem vorgesetzten Endzwecke entsprechen.

Im Januar 1803.

Gilly. Eytelwein.

Inhalt des zweiten Hefts.

Fünfter Abschnitt.

Von den Maschinen zum Ausschöpfen des Wassers aus dem Grundbaue.

		Seite
Schwierigkeiten bei den Wasserbauen, welche wegen des zuquellenden Wassers entstehen	§. 65.	1
Ableitung des Grundwassers nach niedrigern Gegenden, durch Abzuggraben und Abzugrinnen	§. 66.	1
Wenn starke Quellen in der Baustelle vorkommen. Jahrszeit, in welcher die Grundbaue auszuführen sind	§. 67.	2
Kräfte zur Betreibung der Schöpfmaschinen . . .	§. 68.	3
Unmöglichkeit einer genauen Bestimmung der Kosten zum Ausschöpfen des Wassers	§. 69.	4
Gebrauch der Handeimer mit einer und zwei Reihen Arbeiter .	§. 70.	5
Effekt	§. 71.	6
Wurfschaufel. Schwungschaufel. Gebrauch nebst Effekt . .	§. 72.	8
Schaufelwerke. Beschreibung derselben	§. 73.	10
Wenn solche mit Pferden getrieben werden. . . .	§. 74.	11
Stellung §. 75. Wassermenge §. 76. Kraftbestimmung. . .	§. 77.	18
Anschlag von einem Schaufelwerke	§. 78.	19
Wasserschnecke. Beschreibung derselben	§. 79.	20
Verfertigung	§. 80. 81.	21

Stellung.

Inhalt.

		Seite
Stellung. Wassermenge. Kraft	§. 82.	24
Anschlag von einer Wasserschnecke	§. 83.	24
Wasserschraube	§. 84.	25
Scheiben= oder Püschelkunst. Beschreibung	§. 85.	26
Wassermenge. Kraft	§. 86. 87.	27
Handpumpen. Ihre Vortheile beim Grundbaue	§. 88.	30
Einrichtung der viereckigten oder Bohlenpumpen	§. 89.	31
Anordnung zur Bewegung der Pumpen	§. 90.	33
Saugröhre	§. 91.	34
Runde und metallne Stiefel	§. 92.	34
Wassermenge	§. 93.	35
Kraft und Effekt	§. 94.	36
Kunstgestänge	§. 95.	39
Pumpen=Roßkunst	§. 96.	41
Anordnung und Berechnung	§. 97.	43
Wasserräder zur Betreibung der Maschinen	§. 98.	45
Dampfmaschinen	§. 99.	46
Beschreibung derjenigen Dampfmaschine, welche am Hafenbaue bei Danzig gebraucht worden ist		48

Fünfter

Fünfter Abschnitt.

Von den Maschinen zum Ausschöpfen des Wassers aus dem Grundbaue.

§. 65.

Die Wasserbaue werden in den meisten Fällen dadurch so schwierig, weil es selten möglich ist, die Fangdämme und Einfassungen der Baustellen, welche den Zugang des offenen Wassers abhalten, unter dem Wasserspiegel so dicht zu machen, daß durch diese Werke kein Wasser nach der niedrig liegenden Baustelle zu fließt. Die meisten Schwierigkeiten finden sich bei einem losen oder sandigen Grunde, wo außer dem Wasser, welches durch die Einfassung fließt, auch noch wegen des Drucks vor dem Fangdamm, aus dem Boden der Baustelle, **Grundwasser** (eau souterraine) hervor quillt, welches besondere Vorrichtungen zum Ausschöpfen erfordert, wenn es dem Baue nicht hinderlich werden soll.

Hätte man die Baustelle nur einmal auszuschöpfen und nur das Regenwasser zu bekämpfen, so würden die Wasserbaue mit weniger Gefahr und Kostenaufwand verbunden seyn. Die Gewältigung des Grundwassers und die Unmöglichkeit, die Quantität desselben vorher zu bestimmen, macht aber sehr oft, daß die dem Anscheine nach leichten Bauunternehmungen, bei der Ausführung gefährlich werden, und die anfänglich berechneten Kosten weit übertreffen.

§. 66.

Wenn der Ort zur Baustelle ausgewählt ist, so muß bei einem auszuführenden Wasserbaue die erste Bemühung des Baumeisters dahin gehen, zu untersuchen, ob nicht das Grundwasser nach einer niedriger gelegenen Gegend abgeleitet werden könne, weil hiedurch alle verwickelte Vorrichtungen, welche das Gewältigen des Grundwassers erfordern, entbehrt und ansehnliche Kosten erspart werden können. Findet sich ein niedriger gelegenes Gewässer, welches zur Auf-

nahme und Fortschaffung des Grundwassers von der Baustelle geschickt ist, so kann die Ableitung durch anzulegende Gräben bewirkt werden, welchen man auf 100 Fuß Länge wenigstens $\frac{1}{2}$ Zoll Gefälle geben muß. Nur ist hiebei nicht aus der Acht zu lassen, in wie fern durch eine Anschwellung des Unterwassers, die Baustelle selbst überschwemmt werden könne.

Sollte der anzulegende Graben eine zu große Oberbreite erfordern, also eine beträchtliche Menge Landes vergraben werden, so kann man sich auch hiezu der Röhrenleitungen oder solcher Rinnen bedienen, welche aus dreizölligen Bohlen, quadratförmig zusammengesetzt werden.

Bei dem Baue einiger Schleusen am bromberger Kanale, konnte man das Grundwasser mit vielem Vortheile mittelst Graben und Abzugsrinnen, in das Unterwasser der folgenden Schleuse ableiten.

§. 67.

Ist die angeführte Ableitung nicht anwendbar, so macht oft das Wasser einzelner Quellen, welches aus einigen Orten der Baustelle zuweilen sehr stark hervorquillt, ein fortgesetztes Wasserschöpfen nothwendig, und man könnte wenigstens versuchen, ob sich die Ausschöpfung dieses Wassers ersparen läßt. Diese Quellen kann man zuweilen durch eingerammte Pfähle verstopfen; weil dies aber nicht immer gelingt, so kann man sich, besonders wenn die Quellen vertikal aus dem Grunde aufsteigen, dadurch des Ausschöpfens des Quellwassers überheben, daß man um die Quelle ein wasserdichtes Geschlinge anlegt, welches mit dem Spiegel des Oberwassers gleiche Höhe erfordert. Weil sich aber diese Einrichtung nicht aller Orten anbringen läßt, auch demungeachtet immer noch einiges Zufließen des Wassers durch den Fangdamm und aus dem Grunde der Baustelle Statt findet, so wird nicht leicht ein Wasserbau vorkommen, bei welchem mit Ausnahme der im vorigen §. bemerkten Ableitung, das Ausschöpfen des Grundwassers nicht nothwendig wäre.

Weil die Ausschöpfung des Grundwassers höchst mühsam und kostbar ist, so muß, um diese Arbeit möglichst zu erleichtern, zu den Wasserbauen diejenige **Jahrszeit** gewählt werden, wo die Gewässer ihren niedrigsten Stand haben, und wo daher der Zudrang des Wassers durch die Erde am schwächsten ist, in welcher Jahrszeit auch die trockenste, zur Arbeit schicklichste Witterung vermuthet werden kann. Einige Monathe im Spätsommer und im Herbste sind deshalb die bequemsten.

Bei dieser nur kurzen günstigen Jahrszeit ist es aber auch nöthig, das Ausschöpfen des Grundwassers und die Grundarbeit selbst, aufs äußerste zu beschleu-

schleunigen. Es sind daher solche Schöpfanstalten, wodurch blos an der bewegenden Kraft gewonnen wird, dagegen aber Zeitverlust entstehet, eben so wenig anzubringen, als Rammmaschinen, welche diesen nachtheiligen Effekt hervor bringen (§. 21.).

§. 68.

Die Maschinenlehre ist so reich an mannichfaltigen Anordnungen zur Erhebung des Wassers, daß es in der That ein sehr weitläuftiges Werk erforderte, wenn auch nur die vorzüglichsten Wasserhebungsmaschinen beschrieben werden sollten. Weil aber bei dem Wasserbaue nur von solchen Maschinen Gebrauch zu machen ist, welche möglichst einfach sind, sich leicht von einem Orte zum andern bringen lassen und bei der möglichsten Zeitersparung sehr viel darauf ankommt, die Anordnung zum Ausschöpfen des Wassers so einzurichten, daß die Maschine selbst wenig Raum einnimmt, leicht errichtet, auch jede Beschädigung bald wieder verbessert werden könne, so müssen um so mehr eine Menge Schöpfmaschinen hier ausfallen, und selbst die zum Grundbaue dienlichen Maschinen werden dadurch noch einfacher, weil man selten das Grundwasser auf eine beträchtliche Höhe zu heben hat. Ueberhaupt ist hierbei zu bemerken, daß die einfachsten Maschinen die besten sind.

In den meisten Fällen bedient man sich der Kräfte der Menschen zum Ausschöpfen des Wassers, seltener der Pferde, weil diese schon einen beträchtlichen Raum wegen der Anordnung des Maschinenwerks erfordern. Befindet sich nahe an der Baustelle ein fließendes Wasser, so kann man durch die Anbringung eines ober- oder unterschlächtigen Wasserrades, sehr oft mit einer ansehnlichen Kostenersparung die Schöpfmaschine in Bewegung setzen. Wegen der Unbeständigkeit des Windes, läßt sich dieser hier nicht als bewegende Kraft anwenden, und von der Kraft der Dämpfe wird nur selten Gebrauch gemacht.

Das Gewicht eines erwachsenen Menschen rechnet man im Durchschnitt auf 130 bis 150 Pfund. An der Kurbel (Manivelle) bei 2 bis $2\frac{1}{2}$ Fuß Geschwindigkeit, ist die Kraft eines Menschen 20 bis 24 Pf. Arbeiten zwei Menschen an einer unter einem Winkel von 135 Grad gebogenen Kurbel, so kann die Kraft eines jeden Mannes auf 25 Pfund gerechnet werden. An der Zugleine kann ein Mensch mit 40 Pfund Kraft und 4 Fuß Geschwindigkeit vertikal abwärts ziehen. An der Erdwinde (Cabestan) rechnet man bei 2 bis 3 Fuß Geschwindigkeit, auf den Mann 30 Pfund Kraft, wobei, so wie bei den vorstehenden Angaben, vorausgesetzt wird, daß die Arbeit nicht länger als eine, höchstens zwei Stunden am Tage daure, und eben so viel Zeit zur Ruhe angenommen werde. Muß Tag und Nacht gearbeitet werden, so erfordert dies in der Regel drei Ablösungen.

Ein Pferd kann beim horizontalen Zuge, mit 3 bis 4 Fuß Geschwindigkeit, 175 Pfund Kraft ausüben.

Es wird nochmals wiederholt, daß sich, wenn nichts besonders erinnert wird, alle Maaße auf

das bei uns eingeführte brandenburgische Fußmaaß, und die Gewichte, auf das berliner Handels-Pfund beziehen.

Ueberhaupt ist zu bemerken, daß eine Arbeit durch Menschen nicht nur sehr beschleunigt, sondern auch von ihnen sogleich an jeder Stelle und in den kleinsten Winkeln eines Baues vorgenommen werden kann, wo hingegen die Anbringung der Maschinen, wo nicht unmöglich, doch sehr beschwerlich fällt. Da es nun bei den Wasserbauen, auch in Rücksicht des Wasserschöpfens, vorzüglich auf Beschleunigung ankommt, so sind die Kräfte thätiger und williger Menschen, mit Hülfe der einfachsten Werkzeuge, die besten Maschinen zum Wasserschöpfen.

§. 69.

Die zur Verfertigung und Anordnung der Schöpfmaschinen erforderlichen **Kosten**, sind wegen der dazu nöthigen Gerüste und anderer Veranstaltungen, selten in einem Anschlage genau zu bestimmen, weil hiebei so vielerlei vorher nicht zu bestimmende Umstände eintreten können, welche bei dem besten praktischen Ueberblicke, doch nicht vorher zu sehen sind. Noch weniger läßt sich die zum Wasserschöpfen, und zur Bedienung der Maschinen erforderliche Anzahl von Arbeitern genau vorher angeben, denn es ereignen sich beim Transport und Aufstellen der Maschinen so viele Nebenarbeiten, auch durch einfallende üble Witterung u. d. gl. solche Zeitversäumnisse, die keiner Vorherbestimmung fähig sind. Die hier folgenden Kostenüberschläge, können daher nur als eine ungefähre Norm angesehen werden, welche sich nach den Umständen abändern müssen, so wie auch die Arbeit des Wasserschöpfens selbst, nicht nach einer gewissen Anzahl von Arbeitern im Hauptanschlage von einem Wasserbaue angesetzt werden kann, sondern es wird eine dem Baumeister hinlänglich scheinende runde Summe dafür ausgeworfen; und da dergleichen Arbeiten nie an Entrepreneurs überlassen werden müssen, so wird die zweckmäßige Verwendung des Geldes, erst nach vollendeter Arbeit durch die geführten Rechnungen nachgewiesen, da dann die Vortheile, welche aus der Benutzung aller zufälligen günstigen Umstände und der guten Witterung entstehen, der Baukasse und nicht dem Entrepreneur zum Vortheile gereichen. Sollten sich hingegen bei einer solchen auf Rechnung auszuführenden Arbeit, solche unerwartete Umstände, beim Ausgraben der Baustelle und dem Wasserschöpfen ereignen, daß die dafür im Anschlage ausgesetzte Summe unzureichend wäre, so wird nicht leicht eine obere Behörde so ungerecht seyn, und den Baumeister einer Unwissenheit beschuldigen, daß er jene Umstände nicht vorhergesehen, so wenig als sie ihn deshalb wird verantwortlich machen können.

Wie

Wie konnte man z. B. bei dem Baue der Hafenschleuse bei Neufahrwasser oder beim danziger Hafen, vorher wissen, daß sich auf der auszugrabenden Baustelle, in einer Tiefe von 10 Fuß unter dem äußern Wasserspiegel, ein vor Jahrhunderten gestrandetes mit Werkstücken beladenes Schiff antreffen werde, dessen Herausschaffung weit größere Kosten verursachte, als die Ausgrabung bloßer Erde, die man nur vermuthen konnte, erfordert hätte. Wem konnte es überdies beifallen, daß eine Fischotter Ursache war, weshalb die beim Baue gebrauchte Dampfmaschine und andere Schöpfwerke unvermögend waren, das Grundwasser zu gewältigen, indem dieses Geschöpf, wie sich nachher zeigte nicht aufhörte, sich unter dem Fangdamm durchzuarbeiten, bis es entdeckt und getödtet wurde.

Noch ein Umstand ist zu bemerken, der nicht selten die Ursache mancher Zeitversäumnisse und mehrerer Geldausgaben wird. Im Vorhergehenden ist angeführt worden, daß die beste Jahrszeit zur Ausführung der Wasserbaue der trockne Sommer ist. Gerade zu dieser Zeit fällt aber auch die Erndte ein, wo der Landmann gegen gutes Tagelohn und Essen und Trinken, sich die nöthigen Arbeiter zu verschaffen sucht; besonders durch letzteres bewogen, welches bei den Baustellen nicht Statt finden kann, verlassen die Arbeiter den Bau und gehen zur Erndte über, so daß öfters Rammen und Schöpfmaschinen still stehen, während doch die Aufseher beibehalten und bezahlt werden, auch so manche andere Ausgaben ihren Fortgang behalten müssen.

Der Baumeister befleißige sich daher nur, jeder gegründeten Beschuldigung, daß er nicht die besten und zweckmäßigsten Mittel zur ordnungsmäßigen Beendigung des Baues gewählt habe, zu entgehen, und suche vorzüglich durch Thätigkeit und Aufmerksamkeit jeden vortheilhaften Umstand zu benutzen, jedes nachtheilige Ereigniß aber, so viel wie möglich abzuwenden, so wird ihm wenigstens Selbstberuhigung zu Theil werden, wenn andere Unkundige oder diejenigen, welche nicht Zeugen der vorgekommenen Schwierigkeiten waren, wähnen mögten, daß die Arbeit besser und wohlfeiler hätte ausgeführt werden können. —

Handeimer.

§. 70.

Soll das Grundwasser auf eine Höhe von 2 bis 8 Fuß ausgeschöpft werden, so ist die einfachste und mit vielem Vortheile anzuwendende Weise, der Gebrauch der **Handeimer** (Sceaux), welche durch Menschen gefüllt und über den Fangdamm mittelst einer Rinne ausgeleert werden. Man kann sich hiezu hölzerner mit eisernen Bändern beschlagener Eimer oder Kübel bedienen; besser sind aber die ledernen Feuereimer, welche jedoch $\frac{1}{3}$ Kubikfuß Wasser fassen müssen, weil sie nicht so leicht beschädiget werden und nicht so schwer als die hölzernen Eimer sind.

Ist

Ist das Wasser nur 3 bis 4 Fuß hoch auszuschöpfen, so ist eine Reihe neben einander stehender Arbeiter hinlänglich, welche des leichtern Ausschöpfens
Taf. XV. Fig. 1. wegen, einige Fuß tief im Unterwasser stehen. Man sehe Taf. XV. Fig. 1. Bei einer Höhe von 5 bis 8 Fuß müssen aber zwei Reihen Arbeiter über einander auf Gerüsten so angestellt werden, daß die untere Reihe der obern die mit Wasser gefüllten Eimer zum Ausgießen zureicht. Um durch das Zurückgeben der ledigen Eimer keinen Aufenthalt zu verursachen, muß der unterste Arbeiter den vollen Eimer allemal rechts neben den obern Arbeiter auf das Gerüste, der obere aber, den ledigen Eimer links auf das Gerüste neben sich setzen, wie sol-
Fig. 2. ches in der zweiten Figur deutlich abgebildet ist. Auf jeden Mann muß ein Eimer gerechnet werden, damit wenn der oberste ausgießt, der unterste wieder schöpfen könne.

Mehrern Erfahrungen zufolge, welche wir beim Wasserschöpfen mit Handeimern angestellt haben, kann man rechnen, daß wenn die Arbeiter eine Stunde arbeiten und dann wieder eine Stunde ruhen, so daß für die Arbeit am Tage zwei Ablösungen sind, für die Arbeit bei Tag und Nacht aber drei Ablösungen genommen werden, jeder alsdann bei einer Höhe von drei Fuß, in einer Minute, 15 Eimer mit $\frac{1}{3}$ Kubikfuß Wasser ausgießt. Dies giebt für die Minute 5 Kubikfuß Wasser.

Stehen zwei Reihen Arbeiter, welche das Wasser auf eine Höhe von sechs Fuß ausgießen; so lehrt die Erfahrung, daß 2 Arbeiter in jeder Minute 12 Eimer mit $\frac{1}{3}$ Kubikfuß Wasser ausgießen, dies giebt für die Minute 4 Kubikfuß Wasser.

Ramellus * läßt die Arbeiter auf Gerüste treten, wovon das unterste über dem Wasserspiegel angebracht ist, und einander die vollen und ledigen Eimer zureichen. Diese Erhöhung des Gerüstes über das Wasser verursacht aber, daß sich die Arbeiter zu sehr bücken müssen, wodurch sie leicht ermüden.

Leupold ** will, daß die unterste Reihe Arbeiter der obersten die Eimer nicht zureichen, sondern das Wasser in einen Trog ausgießen solle, woraus es die zweite Reihe Arbeiter wieder schöpft. Hierdurch entsteht aber ein merklicher Zeit- und Hubverlust.

§. 71.

Der **Effekt** des Wasserschöpfens läßt sich aus der Wassermenge, welche in jeder Minute gehoben wird, mutiplizirt mit der Förderungshöhe beurtheilen und mit andern Effekten vergleichen.

Setzt

---

* Schatzkammer mechanischer Künste, Leipzig 1620. S. 254.

** Theatr. Mach. Hydrotechnic. §. 219. S. 143.

Setzt man nun, daß

M die Wassermenge in Kubikfuß ausgedrückt bezeichne, welche in jeder Minute auf

H Fuß Höhe, durch

N Mann gefördert werden soll,

so ist, wenn die Effekte aus den im vorigen §. angeführten Erfahrungen zum Grunde gelegt werden, bei **einer Reihe Arbeiter**, der Effekt von einem Manne oder das Produkt $MH = 3 . 5 = 15$. Für zwei Mann muß MH doppelt so groß werden, also $MH = 15 . 2$; eben so für drei Mann $MH = 15 . 3$; daher allgemein für N Arbeiter

I. $MH = 15 . N$.

Dies giebt die **Wassermenge** in jeder Minute oder

$$M = \frac{15 . N}{H}$$

und die **Anzahl der Arbeiter**

$$N = \frac{M . H}{15}.$$

Hiebei ist zu bemerken, daß H oder die Förderungshöhe, welche vom Spiegel des Unterwassers oder Sumpfs bis zum Ausguß gerechnet wird, nicht größer als 4 bis 5 Fuß angenommen werden darf.

Sollen z. B. bei einem Baue 8 Mann angestellt werden, um das Wasser 4 Fuß hoch auszugießen, so erhält man für die Wassermenge in jeder Minute

$$M = \frac{15 . 8}{4} = 30 \text{ Kubikfuß.}$$

Sind bei einer Höhe von 5 bis 8 Fuß **zwei Reihen Arbeiter** erforderlich, so ist der Effekt für jeden einzelnen Mann kleiner als vorher, denn für 2 Mann wird nach dem vorigen §. $MH = 6 . 4 = 24$, also für einen Mann $MH = 12$, und allgemein für N Mann, $MH = 12 N$. Es verhält sich daher der Effekt beim Schöpfen mit einer Reihe Arbeiter zum Effekte bei zwei Reihen, wie $14 : 12 = 7 : 6$. Für zwei Reihen Arbeiter ist.

II. $HM = 12 N$ also

$$M = \frac{12 N}{H} \text{ und}$$

$$N = \frac{MH}{12}$$

wo

wo bei dem letzten Ausdrucke zu bemerken ist, daß für N allemal eine grade Zahl angenommen werden muß, weil die Arbeiter paarweise stehen.

Wenn z. B. in jeder Minute 50 Kubikfuß Wasser auf eine Höhe von 7 Fuß gefördert werden sollen, so ist

$$N = \frac{50 \cdot 7}{12} = 29\tfrac{1}{6}.$$

Es werden also 30 Mann erfordert, wovon in jeder Reihe 15 Mann stehen.

So gut es übrigens ist, dergleichen Durchschnittsrechnungen zu machen, so können solche doch nicht als unwandelbare Gesetze angenommen werden, weil zu viele Umstände auf die Vergrößerung und Verminderung des Effekts bei der Arbeit eines Menschen Einfluß haben. So wird im heißen Sommer derselbe Mensch nicht so viel und anhaltend arbeiten können, als bei einer mäßig kühlen Witterung u. s. w., weshalb sowohl diese als die folgenden Angaben, nur als Näherungen für die Ausübung zu betrachten sind.

Wurf- und Schwungschaufeln.

§. 72.

Wenn Raum genug vorhanden ist, so kann man sich bei einer Höhe von 2 bis 3 Fuß zur Ausschöpfung des Grundwassers, der **Wurfschaufeln** bedienen weil durch diese unter gleichen Umständen noch mehr Wasser als mit Handeimern gefördert werden kann. Jeder Arbeiter erhält eine Wurfschaufel, und es ist nicht rathsam, die Wurfschaufel an ein Seil aufzuhängen und solche als
Taf. XV. Schwungschaufel einzurichten, weil dieses bei **einem** Arbeiter mehr hindert als
Fig. 3. Fig. 4. fördert. Durch die dritte Figur ist eine Wurfschaufel und Figur 4 sind zwei Arbeiter, welche Wasser ausschöpfen, abgebildet. Bei einer größern Höhe als 3 Fuß, bedient man sich deshalb nicht der Wurfschaufeln, weil sich die Arbeiter leicht **verwerfen** oder die Glieder verrenken, auch wohl Brüche erhalten.

Beträgt die Höhe, auf welche das Wasser gefördert werden soll, 3 bis höchstens 5 Fuß, so pflegt man statt der Wurfschaufeln die **Schwungschau-**
Fig. 5. **feln** (Hollandoises) zu gebrauchen und bei jeder 2 bis 3 Arbeiter anzustellen. Man macht zu diesem Ende ein Gestell in Form eines Bocks, Figur 5. oder
Fig. 6. mittelst dreier Bäume Figur 6; an dieses Gestell wird die Schwungschaufel Fi-
Fig. 7. gur 7. mit einem Seile so aufgehangen, daß sie in ihrem tiefsten Stande, wenn ihre Grundfläche horizontal liegt, nur wenig vom Wasserspiegel absteht. Bei dem Gebrauche wird an den Stiel der Schaufel ein Mann gestellt, welcher auf einer Rüstung stehet, und die Schwungschaufel beim Heruntergehen, beinahe senkrecht in das Wasser stößt, wie Figur 5. Einer oder zwei andere Leute ziehen an einem oder zwei Seilen mit Knebeln, welche an den Seiten der Schaufel befestiget

befestiget werden, die Schaufel in beinahe horizontaler Richtung nach sich, so daß wenn solche in ihrem höchsten Stande das Wasser ausgegossen hat, der hinterste Arbeiter am Stiele die Schaufel zurück zieht, wieder ins Wasser stößt und die ganze Arbeit auf die beschriebene Weise fortgesetzt wird.

Die Abmessungen einer Schwungschaufel, woran 3 Mann arbeiten und welche durch die siebente Figur abgebildet ist, werden gewöhnlich so angenommen, daß die lichte Höhe 8 Zoll', die obere Länge 26 Zoll, die untere 14 Zoll und die lichte Breite 16 Zoll beträgt. Hienach ist der körperliche Inhalt der Schaufel

$$\frac{20 \, . \, 16 \, . \, 8}{12 \, . \, 12 \, . \, 12} = 1\tfrac{13}{27} \text{ Kubikfuß.}$$

Die vorhin beschriebene vortheilhafte Art das Grundwasser auszuschöpfen, läßt sich nicht bey jedem Grundbau anwenden, weil es größtentheils an Raum fehlt, um so viel Schwungschaufeln aufzustellen, wie erfordert werden. Aus dieser Ursache sind während des Baues der Archen, Schleusen ꝛc. die Wurfschaufeln nicht so anwendbar, als beim Ausgraben der Baustellen, der Kanäle ꝛc. Noch ist zu merken, daß wenn man das Wasser über einen Fangdamm wirft, auf demselben eine Bettung von Brettern gemacht werden muß, weil sonst wegen der Durchnässung desselben, nachtheilige Folgen entstehen könnten.

Nach mehrern angestellten Versuchen läßt sich annehmen, daß eine **Schwungschaufel** von der beschriebenen Gestalt, nur halb so viel Wasser über den Fangdamm gießt, als ihr Inhalt beträgt. Dies giebt für die angenommenen Abmessungen $\frac{1\frac{13}{27}}{2} = \frac{20}{27}$ Kubikfuß. Nun können, diesen Versuchen zufolge, 3 gut geübte Arbeiter, wenn sie alle Vortheile beobachten und gleichförmig arbeiten, so daß keiner dem andern hinderlich ist, in jeder Minute 28 Schwingungen mit der Schaufel machen, wenn das Wasser $3\frac{1}{2}$ Fuß hoch geworfen werden muß, welches für jede Minute $\frac{20}{27} \, . \, 28 = 20\frac{20}{27}$ Kubikfuß giebt.

Mit der **Wurfschaufel** kann ein Mann in jeder Minute 6 bis 7 Kubikfuß Wasser auf eine Höhe von $3\frac{1}{2}$ Fuß werfen.

Hienach ist der **Effekt** (§. 71.) für die Schwungschaufel, wenn 3 Mann an derselben arbeiten, $20\frac{20}{27} \, . \, 3\frac{1}{2} = 72\frac{16}{27}$, also für einen Mann $\frac{1}{3} \, . \, 72\frac{16}{27} = 24\frac{16}{81}$, wofür man die runde Zahl 24 annehmen kann. Es ist daher für einen Mann der Effekt $MH = 24$, welches auch nahe genug von der Wurfschaufel gilt, und man erhält für N Mann ganz allgemein

$$MH = 24N$$

wonach sich leicht, wie §. 70. die hieher gehörigen Fragen beantworten lassen, vorausgesetzt, daß H in den erforderlichen Grenzen genommen wird.

Schaufelwerke.

§. 73.

Zu den bei uns sehr gebräuchlichen Maschinen, wenn das Grundwasser aus einer Tiefe von 6 bis 9 Fuß gefördert werden soll, gehören die **Schaufelwerke** (Chapelets inclinés), welche der gemeine Mann Wasserschnecken nennt. Sind gleich bei der angegebenen Förderungshöhe die Pumpen weit vorzuziehen, so kann nur der dennoch vielfältige Gebrauch der Schaufelwerke und der Umstand, daß sie auch bei solchem unreinen Wasser zu gebrauchen sind, wo die Pumpen die Dienste versagen, ihre umständliche Beschreibung entschuldigen.

Die Schaufelwerke bestehen gewöhnlich aus einer 18 bis 32 Fuß langen rechtwinklichten wasserdichten Röhre, dem **Wasserkasten**, der am obern und untern Ende offen ist, über welchem eine eben so große oben offene Rinne, der **Laufkasten** befestiget wird. In dieser schräg gestellten Röhre bewegen sich rechtwinklichte Schaufeln (Palettes), welche genau in die untere Röhre passen, und an einer Kette ohne Ende (Chaîne sans fin) befestiget sind, die an beiden Enden der Röhre über Getriebe (Lanternes) von 4 bis 6 eisernen Stäben geht. An der Axe desselben sind Kurbeln für die Arbeiter angebracht, so daß durch die Umdrehung des obern Getriebes, die Schaufeln in der Röhre aufwärts gezogen, und das zwischen denselben befindliche Wasser zum Ausfluß gebracht wird. Taf. XVI. Fig. 8. Die achte Figur stellt ein Schaufelwerk, wie es bei uns im Gebrauche ist, im Durchschnitt vor. Ueber der untern Röhre AB ist die oben offene Rinne CD angebracht, welche durch die **Zwingen** oder Jöcher EE zusammen gehalten werden. Fig. 9. Die neunte Figur stellt das Schaufelwerk von oben anzusehen vor, und die Buchstaben beider Figuren haben einerlei Beziehung. Am untern Ende der Rinnen bei F ist eine **doppelte Zwinge** an dem Schaufelkasten befestiget. In demselben geht das untere Getriebe, und das ganze Schaufelwerk läßt sich mittelst der Winde G höher oder tiefer in das Wasser stellen. Am Obertheil des Wasserkastens ist der **Wagen** HK und an diesem das obere Getriebe befestiget. Der Wagen dient dazu, daß das obere Getriebe, wenn die Schaufeln um beide gelegt sind, nach Gefallen von dem Schaufelwerke abgerückt oder demselben näher gebracht werden könne; er bestehet deshalb aus zwei Theilen, wovon der obere oder **Stellbock** H beweglich, der untere oder die

Scheere K unbeweglich ist. Auf dem Stellbock befindet sich Figur 10. bei L das Zapfenlager zum Getriebe, und damit dieses nebst dem Stellbock in der jedesmal erforderlichen Lage erhalten werden könne, so ist bei M eine eiserne Verzahnung mit einem Sperrhaken angebracht. Am Ausgusse des Schaufelwerks Figur 8. ist bei N die **Ableitungsrinne** (Auge), um das geschöpfte Wasser abzuführen. Taf. XVI. Fig. 10.

Figur 11. ist die Vorderansicht, und Fig. 11.

Figur 12. ein Querschnitt des Schaufelwerks Fig. 12.

Zu mehrerer Deutlichkeit ist nach einem größern Maaßstabe

Figur 13. die Ansicht der Schaufeln mit ihren eisernen Gelenken und Bolzen, von oben; Fig. 13.

Figur 14. von der Seite, und Fig. 14.

Figur 15. von hinten anzusehen. Fig. 15.

Um gröbere Unreinigkeiten vom **Eintritt** in das Schaufelwerk abzuhalten, wird das unterste Ende desselben in einen viereckigten Korb gesetzt, durch welchen das Wasser, wie durch ein Sieb, nach dem Wasserkasten geht.

Bei der Verfertigung des Schaufelwerks ist noch zu bemerken, daß man den Wasserkasten aus zweizölligen, den Laufkasten aber aus $1\frac{1}{2}$zölligen kiehnenen gespundeten Bohlen verfertiget und beiden einerlei äußere Breite giebt. Hiedurch wird der Laufkasten einen Zoll im Lichten weiter, wodurch die Schaufeln in demselben mehr Spielraum erhalten. Auf beiden Seiten des Wasserkastens giebt man den Schaufeln überhaupt $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ Zoll Spielraum, oberhalb kann derselbe aber einen Zoll betragen. Zu den Schaufeln nimmt man eichene, $\frac{3}{4}$ bis einen Zoll dicke gut ausgetrocknete Bretter, und nachdem man das Verhältniß der Höhe zur Entfernung der Schaufeln festgesetzt hat, welches gewöhnlich zwischen den Grenzen 1 : 2 und 1 : 1 angenommen wird, so bestimmt dies die Entfernung der Stäbe an den Getrieben. Sind die Schaufeln um ihre doppelte Höhe von einander entfernt, so giebt man dem Getriebe vier, wenn aber die Höhe der Entfernung gleich ist, sechs Stäbe. Der Kurbelbug wird zwischen 15 bis 18 Zoll groß angenommen, und es ist beim Einsetzen der Kurbeln zu bemerken, daß solche nicht in einerlei Ebene liegen müssen, sondern zur Erleichterung der Arbeit, sich unter einem Winkel von 135 Grad schneiden.

§. 74.

Außerdem daß man die Schaufelwerke durch 4 Menschen bewegen läßt, von welchen an jeder Kurbel 2 Mann angestellt werden,

 lassen

den lassen sich auch an jeder Kurbel 3 oder 4 Mann so anstellen, daß einer oder zwei an der Handhabe, die beiden andern aber jeder an einem besondern Zugseile mit Knebel, die Kurbel ziehen. Auch können Pferde zur Bewegung angewandt werden; diese erfordern aber, daß die Axe des obern Getriebes mittelst einer Welle bis in das Gebäude geführt werde, worin die Pferde arbeiten. An das Ende der Welle kommt ein Drehling, in den ein Kammrad greift, welches unterhalb an derjenigen stehenden Welle befestiget ist, woran sich die Zugbäume für die Pferde befinden. Man sieht leicht, daß diese Anordnung weitläuftig und kostbar ist, daher es weit besser und vortheilhafter wäre, in dergleichen Fällen Pumpen anzulegen. Dasselbe gilt, wenn man sich des bewegten Wassers als Kraft bedienen kann.

Ueberhaupt läßt sich annehmen, daß bei dem Schaufelwerke, wegen der großen Reibung der Schaufeln in beiden Röhren, wegen des durch den Spielraum auf beiden Seiten verursachten Wasserverlustes, und wegen der bedeutenden Geschwindigkeit von wenigstens 3 bis 4 Fuß, mit welcher sich die Schaufeln zur Verminderung des Wasserverlustes bewegen müssen, diese Maschinen gegen andere von geringer Wirkung sind. Hiezu kommt die geringe Höhe, auf welche diese Schaufelwerke das Wasser fördern und der Umstand, daß man sie nicht immer grade in einer solchen Neigung gegen den Horizont stellen kann, wie es der größte Effekt erfordert, wodurch ein Theil der Kraft verloren geht. Auch ist leicht einzusehen, daß diese Maschine vielfältigen Reparaturen unterworfen ist, wodurch nicht selten nachtheiliger Aufenthalt in der übrigen Arbeit verursacht wird. Gewöhnlich rechnet man, daß wegen der beschwerlichen und schnellen Arbeit die Mannschaft alle 2 Stunden abgelöst wird, und der Erfahrung gemäß lassen sich von jeder Stunde nur etwa 35 Minuten zur Arbeit und 25 Minuten als Ruhezeit und zur Ausbesserung der Maschine annehmen.

Eine umständliche Beschreibung der Schaufelwerke findet man in

H. L. Manger, Beiträge zur praktischen Baukunst, Potsdam 1786. S. 38. u. f.

Auch sind in folgenden Schriften Nachrichten von dieser Maschine:

J. Leupold Theatrum Machinarum Hydraulicarum, Tom. I. Leipzig 1724. §. 84. S. 45. u. f.

J. van Zyl Theatr. Mach. universale, I. Deel. Amsterd. 1761. p. 12. T. 41.

J. Polley Theatr. Mach. univers. II. Deel. Amsterdam 1737. p. 10.

Belidor Archit. Hydraulica, 1. Theil. 2. B. 4. K. §. 729. u. f.

Bei dem Grundbaue in Potsdam sind die Schaufelwerke noch sehr im Gebrauche und man hatte sich nur noch im vorigen Jahre eines solchen durch Pferde getriebenen Schaufelwerks, bei dem Grundbau der neuen Häuser, an der Ecke des Wilhelmsplatzes bedient.

§. 75.

§. 75.

Bei dem Gebrauche werden die Schaufelwerke gewöhnlich mit ihrem Obertheile auf dem Fangdamme befestiget, der Untertheil aber erfordert eine besondere Rüstung mit einer Winde, wodurch mittelst eines Taues, oder besser einer Kette, das Schaufelwerk im Wasser schwebend erhalten wird, theils um zu verhindern, daß nicht zu viel Schlamm gefaßt werde, theils auch um das Tau nachzulassen, und die Einmündung des Schaufelwerkes zu erniedrigen, wenn das Grundwasser sinkt. Bei dieser Anordnung kommt es sehr darauf an, daß das Schaufelwerk die vortheilhafteste Stellung erhalte, denn es läßt sich leicht einsehen, daß bei einer sehr geneigten Lage des Schaufelwerks gegen den Horizont, mehr Wasser auf eine geringe, und bei einer steilen Lage, weniger Wasser auf eine größere Höhe gehoben wird. Jede Wasserschöpfmaschine arbeitet aber nur dann am vortheilhaftesten, wenn das Product aus der in einer bestimmten Zeit gehobenen Wassermenge in die Förderungshöhe, am größten wird, und es giebt daher für jedes Schaufelwerk nur eine einzige Lage, unter welcher man den größten Effekt erwarten kann. Nun hängt die jedesmalige Stellung der Maschine von dem Verhältniß ab, welches die Höhen der Schaufeln, zu ihrer lichten Entfernung von einander haben, daher müßte man für jede andere Förderungshöhe auch ein anders eingerichtetes Schaufelwerk haben, wenn von dem Effekte nichts verloren gehen soll. Dies ist nun zwar nicht in allen Fällen zu erreichen, öfters kann man aber unter mehrern vorhandenen Schaufelwerken dasjenige wählen, oder wenn ein neues für eine bestimmte Förderungshöhe erbauet werden soll, solches so einrichten, daß der Zweck mit dem mindesten Kraftaufwande erreicht wird, weshalb hier diejenigen Resultate aus der Theorie von dieser Maschine mitgetheilt werden sollen, welche auf die jedesmalige vortheilhafteste Stellung der Schaufelwerke Einfluß haben.

Wenn h die Höhe und e die lichte Entfernung der Schaufeln von einander bezeichnet, so soll $\frac{e}{h}$ der Schaufelquotient, und wenn L die Länge des Wasserkastens über dem Wasserspiegel (wo derjenige Theil, welcher im Wasser stehet, nicht mitgerechnet wird) und H die Förderungshöhe bezeichnet, so soll $\frac{H}{L}$ der Förderungsquotient heißen. Um nun für jeden besondern Fall ungefähr angeben zu können, wie eine von den vier Abmessungen beschaffen seyn muß, wenn die übrigen drei gegeben sind, damit das Schaufelwerk die vortheilhafteste

An-

Anordnung erhalte, ist nachstehende Tafel für zusammengehörige Quotienten berechnet, wozu man die Gründe * leicht nachsehen kann.

Tafel

für zusammengehörige Abmessungen bei einem vortheilhaft eingerichteten Schaufelwerke.

$\frac{e}{h}$ Schaufelquotient	$\frac{H}{L}$ Förderungsquotient	$\frac{e}{h}$ Schaufelquotient	$\frac{H}{L}$ Förderungsquotient
1,0	0,611	1,6	0,478
1,1	0,585	1,7	0,460
1,2	0,561	1,75	0,454
1,25	0,549	1,8	0,444
1,3	0,538	1,9	0,428
1,4	0,517	2,0	0,413
1,5	0,497	2,1	0,399

Der bequeme Gebrauch dieser Tafel wird sich leicht durch einige Beispiele erläutern lassen. Gesetzt man wollte das auf der XVI. Tafel abgebildete Schaufelwerk anordnen, so kommt es darauf an, die Förderungshöhe H zu finden. Nun ist
die Höhe der Schaufeln $h = 4$ Zoll,
die Entfernung derselben oder $e = 7$ Zoll,
daher der Schaufelquotient

$$\frac{e}{h} = \frac{7}{4} = 1{,}75.$$

Hiezu stimmt nach der Tafel der Forderungsquotient $\frac{H}{L} = 0{,}454$. Kommt nun der Wasserkasten 18 Fuß aus dem Wasser, so ist $L = 18'$ und man findet die Förderungshöhe, wenn der Förderungsquotient mit der Länge L multiplizirt wird, also

$0{,}454 \cdot 18 = 8{,}7$ Fuß Förderungshöhe.

Wäre in einem andern Falle die Höhe der Schaufeln $h = 4$ Zoll, die Länge des Wasserkastens über dem Wasser $L = 19$ Fuß und die Förderungshöhe $H = 9$ Fuß gegeben, und man sollte

---

* W. J. G. Karsten Lehrbegriff der gesammten Mathematik, 6. Theil. Greifswalde 1771. S. 168. §. 545. u. f.
K. C. Langsdorf Lehrbuch der Hydraulik, Altenburg 1794. S. 586. §. 583.
J. A. Eytelwein Handbuch der Mechanik fester Körper und der Hydraulik, Berlin 1801. S. 447. §. 273. u. f.

sollte die vortheilhafteste Entfernung der Schaufeln finden, so ist der Förderungsquotient

$$\frac{H}{L} = \frac{9}{19} = 0{,}473.$$

Hiezu stimmt nach der Tafel der Schaufelquotient 1,6; wird dieser mit der Höhe $b = 4\frac{1}{2}$ Zoll multiplizirt, so erhält man die Entfernung der Schaufeln

$$e = 1{,}6 \,.\, 4\tfrac{1}{2} = 7{,}2 \text{ Zoll}.$$

§. 76.

Die **Wassermenge**, welche ein Schaufelwerk in jeder Minute liefert, findet man (Eytelw. Handbuch §. 274.) wenn

M diese Wassermenge,

b die Breite der Schaufeln,

G die Grundlinie des rechtwinklichten Dreiecks, dessen Höhe H die Förderungshöhe und die Hypothenuse L, die Länge des Schaufelwerks über dem Wasserspiegel bis zum Ausguß ist,

m die Anzahl der Umdrehungen des obern Getriebes in einer Minute, und

n die Anzahl der Stäbe desselben bezeichnet

$$M = \tfrac{1}{2}\, mnbe\left(2h - \frac{eH}{G}\right).$$

Wegen des Verlustes durch den Spielraum und wegen der zitternden Bewegung der Schaufeln, auch wegen des Raums, welchen die Kettenglieder einnehmen, wird nicht die lichte Breite des Wasserkastens, sondern nur die Breite der Schaufeln b in Rechnung gebracht, obgleich der Wasserverlust außer dem Spielraume auch noch von der Geschwindigkeit abhängt, mit welcher die Schaufeln bewegt werden.

Um diese Berechnung der Wassermenge an einem Beyspiele zu zeigen, kann eine Erfahrung dienen, (Manger angef. Beitr. §. 42. u. f.) bei welcher das Schaufelwerk folgende Abmessungen, $m = 60$, $n = 4$, $e = \frac{2}{3}$, $b = 1\frac{1}{8}$, $h = \frac{1}{3}$, $H = 5$, $L = 32$ und $G = 31$ Fuß hatte, und die in jeder Minute geschöpfte Wassermenge 50 Kubikfuß betrug, wenn 8 Mann an dem Schaufelwerke arbeiteten. Aus den gegebenen Größen findet man für

$$M = \tfrac{1}{2} \,.\, 60 \,.\, 4 \,.\, \tfrac{9}{8} \,.\, \tfrac{2}{3}\left(\tfrac{2}{3} - \frac{2\,.\,5}{3\,.\,31}\right) = 50{,}3 \text{ Kubikfuß}.$$

Weil man im Durchschnitt in der Stunde nur 35 Minuten zur Arbeit rechnen kann, so kommen auf die Stunde $35 \,.\, 50{,}3 = 1760{,}5$ Kubikfuß Wasser, also im Durchschnitt auf die Minute 29,34 Kubikfuß oder auf den Mann $3\frac{2}{3}$ Kubikfuß, welches für diesen Fall $MH = 18\frac{1}{3} N$ giebt.

Es ist ungemein schwierig, den Verlust des Wassers bei dem Schaufelwerke auch nur einigermaßen genau, aus wissenschaftlichen Gründen in Rechnung zu bringen, daher die folgende Auseinandersetzung nur als eine Annäherung zu betrachten ist. Taf. XVI.

Man denke sich das Schaufelwerk Fig. 16. im Beharrungsstande und die Wassermenge, welche Fig. 16. die erste aus dem Wasser tretende Schaufel AA′, ohne Verlust in die Höhe hebt, sey = Q. Indem diese Schaufel steigt und bis in die Stelle der zweiten Schaufel BB′ tritt, sey ihr Wasserverlust q; der Wasserverlust der zweiten Schaufel BB′ bis sie in die Stelle der dritten C tritt, sey

q′,

Taf. XVI. Fig. 16.

q', der dritten q'', der vierten q'''. Setzt man, um die Unterſuchung zu erleichtern, daß die vierte Schaufel, wenn ſie in E angelangt iſt, ſämmtliches in ihrer Zelle befindliche Waſſer ausgegoſſen habe, ſo läßt ſich nun beſtimmen, wieviel Waſſer die erſte Schaufel, wenn ſie in D anlangt, auf ihrem Weg von D bis E in die Ableitungsrinne bei F gießen kann. Indem die Schaufel A bis B geht, verliert ſie q und erhält von der vorhergehenden q', daher iſt bei ihrer Ankunft in B die Waſſermenge $Q - q + q'$ in derſelben. Geht die Schaufel A von B bis C, ſo verliert ſie q' und erhält q'', alſo iſt noch $Q - q + q' - q' + q''$ vorhanden. Auf dem Wege von C bis D verliert ſie q'' und erhält q''', alſo iſt noch $Q - q + q' - q' + q'' - q'' + q'''$ vorhanden. Indem endlich die Schaufel von D bis E geht, verliert ſie noch q''', alſo wird von jeder Schaufel die Waſſermenge

$$Q - q + q' - q' + q'' - q'' + q''' - q''' = Q - q$$

ausgegoſſen; nun iſt Q bekannt, daher darf nur q beſtimmt werden. Aber eben dieſe Beſtimmung iſt den größten Schwierigkeiten unterworfen, denn indem die erſte Schaufel A von A bis B rückt, ſo verliert ſie zwar immer mehr Waſſer, je näher ſie nach B kommt, weil ſich die Druckhöhe über dem Spielraume vermehrt; von der nächſt vorhergehenden Schaufel kommt aber wieder Waſſer zugefloſſen, und offenbar mehr als durch die Spielräume der erſten Schaufel ablaufen kann. Außer dem Waſſer, welches durch den Spielraum der erſten Schaufel abfließt, muß daher noch Waſſer überfließen, und es iſt offenbar, daß wenn nur der Verluſt durch den Spielraum $= \varphi$ geſetzt wird, alsdann $q > \varphi$ iſt oder q zu klein gefunden wird. Nimmt man dagegen an, daß die erſte Schaufel auf ihrem Weg von A bis B in jedem Augenblick eben ſo viel Waſſer verliere, als wenn ſie ſich in der Stelle der zweiten Schaufel bei BB′ befände, und beſtändig angefüllt bliebe, ſo iſt eben ſo leicht einzuſehen, daß, wenn dieſe Waſſermenge $= \psi$ geſetzt wird, alsdann q zu groß oder $q < \psi$ iſt. Nimmt man daher zwiſchen φ und ψ das arithmetiſche Mittel, ſo erhält man als einen Näherungswerth $q = \frac{\varphi + \psi}{2}$.

Um den Werth von φ zu beſtimmen, ſetze man, daß ſich die Schaufel AA′ in MM′ befinde, und es ſey mit Beibehaltung der vorhergehenden Bezeichnung der Weg $AM = x$, die auf dieſem Wege in der Zeit t' abgefloſſene Waſſermenge $= \varphi'$ und die Geſchwindigkeit der Schaufeln $= w$, ſo verhält ſich, wenn MQ auf den Waſſerſpiegel AH ſenkrecht gezogen wird.

$$G : H = x : MP \text{ alſo } MP = \frac{H}{G} x$$

$$L : H = x : MQ \text{ alſo } MQ = \frac{H}{L} x$$

$$1 : t' = w : x \text{ alſo } t' = \frac{x}{w}.$$

Ferner iſt

$$PM' = MM' - MP = h - \frac{H}{G} x$$

In der unendlich kleinen Zeit dt' geht durch die Oeffnung bei MP, wenn die Breite des Spielraums β iſt, die Waſſermenge (§. 106. H. H.)

$\frac{10}{3} \beta \cdot MP \cdot \sqrt{MQ} \cdot dt' = \frac{10}{3} \frac{\beta H}{G} x \sqrt{\left(\frac{H}{L} x\right)} \cdot dt'$ verloren, und durch PM′ geht die Waſſermenge (§. 117. H. H.)

$5 . \beta . PM' \sqrt{MQ} . dt' = 4\beta \left(h - \frac{H}{G} x\right) \sqrt{\left(\frac{H}{L} x\right)} dt'$ verloren, daher iſt der geſammter Veluſt in der Zeit dt' oder

$$d\varphi' = \frac{5\beta \sqrt{H}}{\sqrt{L}} \left[\frac{2H}{3G} x \sqrt{x} + \left(h - \frac{H}{G} x\right) \sqrt{x}\right] dt'$$

oder

oder, weil $t' = \frac{x}{w}$ also $dt' = \frac{dx}{w}$ ist,

$$d\varphi' = \frac{5\beta\sqrt{H}}{w\sqrt{L}}\left[hx^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{3}\frac{H}{G}x^{\frac{3}{2}}\right]dx$$

Hievon das Integral so genommen, daß für $x = o$ auch $\varphi' = o$ wird, giebt

$$\varphi' = \frac{5\beta\sqrt{H}}{w\sqrt{L}}\left[\frac{2}{3}hx^{\frac{3}{2}} - \frac{2}{15}\frac{H}{G}x^{\frac{5}{2}}\right]$$

Für $x = e$ ist $\varphi' = \varphi$, also

$$\varphi = \frac{5\beta\sqrt{H}}{w\sqrt{L}}\left[\frac{2}{3}he\sqrt{e} - \frac{2}{15}\frac{H}{G}e^2\sqrt{e}\right]$$

und weil sich verhält

$$60'' : 1'' = mne : w, \text{ also } w = \frac{mne}{60} \text{ ist,}$$

so erhält man

$$\varphi = \frac{200 . \beta}{mn}\left[h - \frac{He}{5G}\right]\sqrt{\frac{eH}{L}}$$

Der Werth von ψ wird sich leicht finden lassen, wenn vorausgesetzt wird, daß gegen die Schaufel AA' das Wasser die Stellung habe, welche bei der Schaufel BB' abgebildet ist. Es sei BK auf AH senkrecht, so ist wie oben

$BH = \frac{eH}{G}$; $BK = \frac{eH}{L}$; $HB' = h - \frac{eH}{G}$ und wenn t die Zeit bezeichnet, in welcher die Schaufel AA' den Raum AB durchläuft, $t = \frac{60}{mn}$. Die Wassermenge, welche in der Zeit t durch den Spielraum BH fließt, ist also

$$= \frac{60}{mn} . \frac{10}{3}\beta . BH\sqrt{BK} = \frac{200\beta eH}{mnG}\sqrt{\frac{eH}{L}}$$

und die durch HB' fließende Wassermenge in der Zeit t

$$= \frac{60}{mn} . 5\beta . HB'\sqrt{BK} = \frac{300\beta}{mn}\left(h - \frac{eH}{G}\right)\sqrt{\frac{eH}{L}}$$

Hienach ist

$$\psi = \frac{200\beta}{mn}.\frac{eH}{G}\sqrt{\frac{eH}{L}} + \frac{200\beta}{mn}\left(\frac{3}{2}h - \frac{3}{2}\frac{eH}{G}\right)\sqrt{\frac{eH}{L}}$$

$$= \frac{200\beta}{mn}\left[\frac{3}{2}h - \frac{eH}{2G}\right]\sqrt{\frac{eH}{L}}$$

also

$$\frac{\varphi + \psi}{2} = \frac{200\beta}{2 . mn}\left[h - \frac{eH}{5G} + \frac{3}{2}h - \frac{eH}{2G}\right]\sqrt{\frac{eH}{L}} \text{ oder}$$

$$q = \frac{100\beta}{mn}\left[\frac{5}{2}h - \frac{7}{10}\frac{eH}{G}\right]\sqrt{\frac{eH}{L}}$$

Nun ist $Q = \frac{1}{2}(b + \beta)e\left[2h - \frac{eH}{G}\right]$

und die Wassermenge, welche in jeder Minute gehoben wird

$M = mn(Q - q)$ folglich

$$M = \frac{1}{2}mn(b + \beta)e\left[2h - \frac{eH}{G}\right] - 10\beta\left[25h - 7\frac{eH}{G}\right]\sqrt{\frac{H}{G}}$$

§. 77.

Die am Umfange des obern Getriebes erforderliche **Kraft** zur Erhebung des Wassers ohne Reibung und andere Hindernisse, sei P und d die Dicke der Schaufeln, so findet man (Eytelw. Hydrl. §. 275.) wenn $\frac{H}{L}$ statt $\sin \beta$ gesetzt wird

$$P = \frac{66 \cdot H \cdot M}{mn (e + d)}$$

Hiezu kommt noch die zur Ueberwältigung der Reibung erforderliche Kraft, woraus sich bei gegebenen Abmessungen die an der Kurbel nöthige Kraft finden läßt.

Mit Beibehaltung der im vorhergehenden Beispiele angenommenen Abmessungen, sei die Dicke der Schaufeln $d = \frac{3}{4}$ Zoll $= \frac{1}{16}$ Fuß, so erhält man für $M = 50$

$$P = \frac{66 \cdot 5 \cdot 50}{60 \cdot 4 (\frac{2}{3} + \frac{1}{16})} = 113{,}8 \text{ Pfund.}$$

Mit Rücksicht auf den Verlust im Wasser, sei das Gewicht einer jeden Schaufel im Lauf- und Wasserkasten im Durchschnitt 4 Pfund; dies giebt für das Gewicht von 100 Schaufeln in beiden Kasten 400 Pfund. Der auf den Boden beider Kasten senkrechte Druck ist alsdann $\frac{31}{32} \cdot 400$, und wenn die davon herrührende Reibung mit Bezug auf die Reibung an den Seitenwänden des Wasserkastens, der Hälfte des Drucks gleich gesetzt wird; so erhält man die am Umfang des obern Getriebes zur Ueberwältigung der Reibung erforderliche Kraft

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{31}{32} \cdot 400 = 193\frac{3}{4} \text{ Pfund.}$$

Setzt man zur Vermeidung weitläuftiger Rechnungen die übrigen kleinen Hindernisse der Bewegung bei Seite, so ist die gesammte am Umfange des Getriebes erforderliche Kraft

$$113{,}8 + 193\frac{3}{4} = 307\frac{1}{2} \text{ Pfund.}$$

Diese auf den Umfang der Kurbel reduzirt, wenn der Halbmesser des Getriebes 6 und der Bug der Kurbel 18 Zoll groß angenommen wird, giebt die am Umfange der Kurbel nöthige Kraft

$$\frac{6}{18} \cdot 307\frac{1}{2} = 102\frac{1}{2} \text{ Pfund.}$$

Hiezu würden 4 Arbeiter hinreichend seyn, wenn jeder nur mit $2\frac{1}{2}$ Fuß Geschwindigkeit arbeiten sollte (§. 68.). Weil aber die Kurbel in jeder Minute 60 Umdrehungen macht, also der angegriffe-Punkt eine Geschwindigkeit von $9\frac{3}{7}$ Fuß erhält, so werden der Erfahrung gemäß 8 Mann erfordert.

§. 78.

Anschlag

von einem 30 Fuß langen Handschaufelwerke, dessen Schaufeln 12 Zoll lang, 4 Zoll hoch und 1 Zoll dick sind.

	Rthlr.	Gr.	Pf.	Rthlr.	Gr.	Pf.
Zimmerarbeit.						
Den untern oder Wasserkasten der Zeichnung gemäß nebst sämmtlichen Jöchern zu verfertigen .	10	—	—			
Den obern oder Laufkasten zu verfertigen .	5	—	—			
108 Stück Schaufeln von Eichenholz auszuarbeiten, zu hobeln, mit Löchern zu versehen und die eisernen Gelenke gehörig zu befestigen. à 1 Gr.	4	12	—			
				19	12	—
Zimmermaterialien.						
8 Fuß eichene 3zöllige Bohlen à Fuß 5 Gr.	1	16	—			
3 Stück 5/4zöllige, 24 Fuß lange, eichene Bretter à 1 Rthlr. 20 Gr.	5	12	—			
104 Fuß eichenes, 3 bis 4 Zoll starkes Holz, zu den Jöchern und dem Wagen à 2 Gr.	8	16	—			
8 Stück ausgesuchte Spundbretter zum Kasten à 1⅓ Rthlr.	10	16	—			
Für Keilholz	1	—	—			
4 Schock Doppelspieker à 10 Gr.	1	16	—			
1500 Stück halbe Schloßnägel à m. 20 Gr.	1	6	—			
				30	10	—
Schlosserarbeit nebst Eisen.						
2 Haken an den Wagen nebst zwei gezahnten Seiteneisen mit Sperrhaken zum Stellen des Wagens à 20 Gr.	1	16	—			
216 Stück Gelenke mit Federn, zu den Schaufeln, von gutem schlesischen Eisen à 9 Gr.	81	—	—			
108 Stück Bolzen zu den Schaufeln, 10 Zoll lang, ⅓ Zoll stark zu verfertigen à 4 Gr.	18	—	—			
216 Stück Splinte à 1 Gr.	9	—	—	109	16	—
Latus	—	—	—	159	14	—

	Rthlr.	Gr.	Pf.	Rthlr	Gr.	Pf.
Transport	—	—	—	159	14	—
Grobschmiedearbeit nebst Eisen.						
1 eisernes Getriebe mit der großen Welle, 2 eisernen Kurbeln und hölzernen Handgriffen .	32	8	—			
1 eisernes Getriebe am Untertheil des Schaufelwerks mit eiserner Welle und 2 großen Hakpfannen mit Schrauben . . .	26	18	—			
1 großer Bügel über den Schaufelkasten mit Schrauben	4	—	—			
1 Kette von 24 Fuß Länge à Fuß 8 Gr.	8	—	—	71	2	—
Summa	—	—	—	230	16	—

Wasserschnecke.

§. 79.

Taf. XVII. Fig. 17. Die archimedische Schnecke oder **Wasserschnecke** (Vis d'Archimede) Figur 17. a. wird noch zuweilen beim Grundbaue zum Ausschöpfen des Wassers gebraucht. Sie besteht gewöhnlich aus einer 8 bis 12 Zoll dicken und 18 bis 24 Fuß langen **Spindel** (Noyau) AA, in welche, nach einer auf ihrer krummen Oberfläche gezeichneten Schraubenlinie (Helice), genau mit einander verbundene ¾ bis 1 Zoll dicke **Schaufelbretter** oder **Splisse** B von Eichenholz eingesetzt werden, die überall aus der Spindel gleich weit, etwa 10 bis 15 Zoll, herausreichen, so daß ihre am weitesten von der Axe der Spindel abstehende Enden in der Oberfläche eines Cylinders liegen. Der äußere Umfang der Schnecke wird mit zweizölligen Brettern bekleidet, welche nicht nur genau an die Enden der in die Spindel eingesetzten Bretter schließen, sondern auch unter einander durch eiserne Ringe so dicht zusammen getrieben werden, daß die **Bekleidung** oder der **Mantel** CC, welcher gewöhnlich von kiefern Holz gemacht wird, mit den Splissen und der Oberfläche der Spindel eine viereckigte, wasserdichte, um die Spindel herumgehende Schlangenröhre bildet, die man den **Schneckengang** nennt. Die Spindel erhält oberhalb und unterhalb eiserne Zapfen D, E, welche in Pfannen laufen, die gewöhnlich an den Riegeln F, F eines um die Schnecke befindlichen **Rahms** FGF befestiget sind. Figur 17. b. ist die Ansicht der Schnecke von oben. Soll die Schnecke, welche nach der beschriebenen Abbildung auch eine **Tonnenmühle** genannt wird, zum Ausschöpfen des Wassers durch Menschen

schen gebraucht werden, so wird der Untertheil derselben ins Wasser gesetzt, an dem Obertheile eine Kurbel DH mit einer Lenk- oder Kurbelstange HK angebracht, woran die Arbeiter die Schnecke umdrehen, wenn solche die erforderliche Taf XVII. schräge Stellung gegen den Horizont erhalten hat. Figur 18. ist eine Abbil- Fig. 18. dung der aufgestellten Schnecke nebst dem dazu erforderlichen Gerüste, um dadurch den Untertheil der Schnecke, wenn das Wasser tiefer ausgeschöpft wird, niedriger zu stellen.

Geht nur **eine** Reihe Schaufelbretter um die Spindel, wie Figur 17, so heißt die Schnecke eine **einfache**; gehn aber zwei oder drei Reihen Schaufelbretter gleich weit von einander um die Spindel herum, so daß dadurch zwei oder drei Schneckengänge gebildet werden, so nennt man dies eine **doppelte** oder **dreifache** Schnecke, oder eine Schnecke von **zwei** oder **drei Gängen**. Eine Spindel mit doppelten Gängen ohne Bekleidung, ist durch die 19. Figur Fig. 19. vorgestellt.

§. 80.

Bei der Verfertigung einer Wasserschnecke ist vorzüglich darauf zu sehen, daß die Spindel recht genau cylindrisch bearbeitet sei. Die Schaufelbretter lassen sich auf zweierlei Art verfertigen und einsetzen, wovon bei der ersten Art die Bretter sämmtlich so gestellt werden, daß sie einzeln in Ebenen fallen, welche auf die Spindelaxe senkrecht sind, wie Figur 17. a. Die Schaufelbretter greifen daher bei jedem Stoße über einander oder bilden einen treppenförmigen Gang. Bei der zweiten Art, Figur 19. kommen die Stöße der Schaufelbretter so an einander, daß die einzelnen Bretter wie ein einziges Gewinde von gleicher Dicke, um die Spindel gewunden sind, weshalb diejenigen Ebenen, welche die gewundenen Schaufelbretter berühren, auf der Axe der Spindel schief stehen, wodurch die Bearbeitung der Schaufelbretter schwieriger wird, als wenn nach der ersten Art die Gänge treppenförmig gemacht werden.

Soll eine Schnecke mit **treppenförmigen** Schaufelbrettern verfertiget werden, und es ist die Länge und Dicke der Spindel, der Durchmesser der Schnecke im lichten und die Höhe des Schneckenganges gegeben, so dividirt man mit der Dicke der Schaufelbretter in die Höhe des Schneckenganges, um die Anzahl der Schaufeln auf jede einzelne Windung zu finden; giebt dies keine ganze, grade Zahl, so muß entweder die Dicke der Bretter oder die Höhe der Windung danach geändert werden. Bei 18 Zoll Höhe des Schneckenganges und einen Zoll dicken Brettern, würden auf jede Windung 18 Schaufelbretter kommen.

kommen. Ist nun die Spindel ganz glatt bearbeitet und an beiden Enden rechtwinklicht abgeschnitten, doch so, daß sie etwas länger ist, als die Schnecke werden soll, so wird auf beiden Grundflächen der horizontal gelegten Spindel, ein lothrechter Durchmesser mittelst des Bleiloths abgeschnürt und der Umfang der Grundflächen in eben so viel Theile getheilt, als auf jede Windung Schau-
Taf. XVII. Fig. 20. felbretter kommen. Die 20. Figur stellt einen Theil der Spindel vor, von welchem der Umfang der Grundfläche in 18 Theile getheilt ist. Nun werden die gleichnamigen Punkte beider Grundflächen durch Linien mittelst eines Schnurschlags verbunden, und wenn A in dem Kreise AB den Anfang der Windungen bezeichnet, und es ist Aa = $\frac{1}{6}$ von dem Umfange, so wird von a bis b der sechste Theil von AH, welches die Höhe einer Windung ist, aufgetragen. Eben so wird cd = $\frac{1}{3}$AH, DB = $\frac{1}{2}$AH u. s. w. wodurch die Punkte A, b, d, D . . . H zur Zeichnung der Schneckenlinien für die erste Windung gefunden sind. Von jedem Punkte A, b, d, D . . . H wird nun die Weite AH so oft auf den dazu gehörigen Linien aufgetragen, als die Spindel Windungen erhalten soll und demnächst mit einem biegsamen Lineal, etwa von Fischbein, die Schneckenlinie AbDHb'd' . . . . gezogen. Auch kann man, mittelst eines hinlänglich langen Fischbeinlineals, mit Hülfe der Punkte A, D, H ꝛc. die Linie AbdD ꝛc. ziehen, wodurch man die Punkte f, g, b ꝛc. findet. Von den Durchschnittspunkten f, g, b . . . . werden mittelst eines biegsamen Winkelmaßes von Fischbein oder englischer Pappe, die Linien fk, gl, bm . . . . auf die Linien 2 f, 3 g, 4 b, ... senkrecht gezogen und die Rechtecke efi, gk, bl . . . so gezeichnet, daß jede Linie wie fi um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll länger wird, als die Weite 2, 3; 3, 4; . . . . da dann ef die Dicke und fi die Breite einer jeden Schaufel an der Spindel bezeichnet. Die Vierecke efi, gk, bl . . . werden
Fig. 21. demnächst 3 Zoll tief nach Figur 21. ausgestämmt und darin die Schaufeln wie
Fig. 22. Figur 21 und 22. näher nachweisen, eingesetzt. Sind die Schaufeln dicht mit einander verbunden, so wird die ganze Spindel nebst den Schaufelbrettern mit heißem Theer so lange überzogen, bis das Holz keinen Theer mehr annimmt. Zur Bekleidung der Schnecke werden nun 3 bis 4 Zoll breite und etwa $1\frac{1}{4}$ Zoll dicke, nach der äußern Ründung der Schaufeln ausgearbeitete Bretter genommen, welche um die Schaufelbretter herum einzeln befestiget auch mit einem Falz versehen werden können. Um diese Bekleidung kommen in Entfernungen von etwa 2 Fuß, eiserne Bänder mit Splinten; auch kann man die Bekleidung in der Mitte etwas stärker als an den Enden annehmen, damit sich die Bänder besser antreiben lassen.

§. 81.

§. 81.

Sollen die Schaufelbretter ein einziges Gewinde von gleicher Dicke um die Schneckenspindel bilden, so wird zuerst erfordert, daß man die Breite der Schaufelbretter an der Bekleidung und am Umfange der Spindel kennt. Gesetzt man will in eine 12 Zoll dicke Spindel auf jeden Schneckengang 16 Schaufelbretter setzen, welche 12 Zoll aus der Spindel hervor stehen, wenn die Höhe eines Schneckenganges 18 Zoll beträgt, so nehme man den Durchmesser der Schnecke im lichten, von 36 Zoll, und dividire denselben durch 16, als die Anzahl der Schaufelbretter, welches $2\frac{1}{4}$ Zoll giebt; diese $2\frac{1}{4}$ Zoll trage man auf eine grade Linie aus A nach B, Figur 23, beschreibe darüber einen Halbkreis, nehme BD dem Halbmesser BC gleich und setze AD von A nach E. Auf eine andere Linie FG, Figur 24. setze man $3 \cdot AB + EB$ aus F nach G, so ist FG nahe genug die Peripherie eines Kreises, dessen Durchmesser AB ist. Auf FG errichte man in G die senkrechte Linie GH und nehme $GH = 1\frac{1}{8}$ Zoll, welche man findet, wenn die Höhe des Schneckenganges von 18 Zoll, durch die Anzahl der Schaufelbretter eines Ganges dividirt wird ($\frac{18}{16} = 1\frac{1}{8}$), so ist FH die Breite eines Schaufelbretts, am innern Umfange der Schnecke gemessen, oder die Länge des Bogens, welcher den äußersten Theil des Schaufelbretts abründet. Weil die Dicke der Spindel, der dritte Theil von der Weite der Schnecke im Lichten ist, so nehme man $FK = \frac{1}{3} FG$, und setze auf das Loth KL, die Höhe GH, so ist FL die Breite eines Schaufelbretts am Umfange der Spindel. Stellt man sich vor, daß die fertige Schnecke senkrecht gestellt werde, so giebt die Lage der Linie FH gegen FG, die Neigung des äußern Randes der Schaufelbretter gegen den Horizont, und FL gegen FK, die Neigung der Schaufelbretter am Umfange der Spindel gegen den Horizont an. Nun ist es leicht ein Schaufelbrett, als Lehre zur Verfertigung der übrigen, auszuarbeiten. Man nehme ein ebenes rechtwinklichtes Stück einer Bohle, so daß seine Dicke außer der Höhe GH noch um so viel dicker ist, als die Dicke eines Schaufelbretts betragen soll, also $1\frac{1}{8} + 1$ oder $2\frac{1}{8}$ Zoll.

Taf. XVII Fig. 23. Fig. 24.

Wird nun auf dem Brette die Linie CM Figur 25. gezogen, von C bis P der Halbmesser der Spindel von 6 Zoll, und von P bis M die Länge der Schaufelbretter außerhalb der Spindel, hier 12 Zoll, gesetzt, alsdann der Bogen MN aus dem Mittelpunkte C geschlagen und auf diesem $MN = FG$ genommen, so kann, wenn vorher der Bogen PO mit dem Halbmesser CP geschlagen ist, das Brettstück MNOPQRS ausgearbeitet werden. Man nehme ferner Fig. 25.

NU

NU = OV = QT = XW = GH, ziehe die Linien UV und TW, und mit einem Fischbeinlineal, die Bogen MU, TR, PV, WS, so läßt sich nach diesen Taf. XVII Fig. 26. Linien der Keil MNUVOP und TQRS abarbeiten, und man erhält Figur 26. die Lehrschaufel PMUVSRT, nach welcher leicht alle übrigen verfertigt werden können. Weil aber MP nur die Länge der Schaufel ist, so weit solche aus der Spindel hervor ragt, so muß bei der Bearbeitung der übrigen Schaufeln, bei PV, noch ein Ende von etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, als Zapfen zum Einsetzen in die Nuthen der Spindel, Figur 19. stehen bleiben. Diese Nuthen erhalten alsdann genau eine Tiefe und Breite, welche der Länge und Stärke der Zapfen gleich ist.

§. 82.

Bei dem Aufstellen der Schnecke ist dahin zu sehen, daß der Winkel, welchen die centrische Linie der Schlangengänge mit einer auf der Spindelaxe senkrechten Ebene bildet, oder der **Windungswinkel** * nebst dem Winkel, welchen die Spindelaxe mit dem Horizonte macht, oder der **Standwinkel**, zusammen genommen weniger als einen rechten Winkel betragen; weil in allen Fällen, wo der Windungs- und Standwinkel zusammen einen rechten Winkel ausmachen, oder noch größer sind, die Schnecke kein Wasser schöpfen kann. Eben so ist genau darauf zu sehen, daß die Schnecke mit ihrer Einmündung so gestellt werde, daß solche sowohl Wasser als Luft in der erforderlichen Menge schöpfen könne. (Handb. d. Hydraul. §. 259. 260.)

Wird daher beim fortgesetzten Ausschöpfen des Grundwassers der Spiegel desselben erniedrigt, so muß die Einmündung der Schnecke verhältnißmäßig gesenkt werden.

Die Wassermenge für die Schnecke zu bestimmen, erfordert eine sehr weitläuftige Rechnung.

Es sei

α der Windungswinkel der Schnecke,
β der Standwinkel,
a die Höhe der Windungsweite oder des Schneckenganges im Lichten,
b die Breite des Schneckenganges im Lichten,
R der Halbmesser für die centrische Linie der Schnecke,
L die Länge des wasserhaltenden Bogens,
$\pi = 3,14159 \ldots$

Zuerst

---

* Für die Schnecke Figur 19. findet man den mittlern Windungswinkel der centrischen Linie, wenn Figur 24. KG bei a in die Hälfte getheilt und ab = GH genommen wird, so ist aFb der gesuchte Winkel.

Zuerst sucht man

$\sin\delta = \mathrm{Tgt}\,\alpha.\,\mathrm{Tgt}\,\rho$, wodurch der Bogen δ bekannt wird. Hiedurch findet man ferner

$$B = \cos\delta - \frac{b\cos\delta}{2R} - \frac{a\,\mathrm{Tgt}\,\beta}{2R} + \delta\sin\delta$$

woraus

$$\sin\omega = \frac{\frac{1}{2}\pi\sin\delta - B}{1 - \sin\delta}$$

bestimmt werden kann. Durch den Sinus findet man nun den Bogen ω und daraus

$$\sigma + \delta = \tfrac{1}{2}\pi + \omega.$$

Man berechne ferner

$$\lambda = \pi - \sin\delta + \sqrt{[2 + 2B + \sin\delta^2 - \pi\sin\delta]}$$

so findet man

$$L = R\,(\lambda - \sigma - \delta)\sec.\alpha$$ und wenn

m die Anzahl der Umläufe der Spindel in einer Minute und
M die Wassermenge in eben dieser Zeit bezeichnet, so ist

$$M = mabL.$$

Die Gründe dieser Rechnung nebst dahin gehörigen Beispielen, findet man in der angeführten Hydraulik, woselbst auch Beispiele zu dergleichen Berechnungen gegeben sind.

Zur Bestimmung der Kraft mit Beiseitesetzung der Nebenhindernisse, sei.
v die Kraft, welche in der Entfernung r von der Spindelaxe wirkt;
μ die Anzahl der Gänge von der Schnecke;
e die Höhe eines Schneckenganges und
γ = 66 Pfund das Gewicht von einem Kubikfuß Wasser, so ist (Hdl. §. 269.)

$$v = \frac{R}{r}\,\gamma\mu abL\,\mathrm{Tgt}\,\alpha\sin\beta$$

$$= \frac{R}{r}\,\frac{M}{m}\,\gamma\mu\,\mathrm{Tgt}\,\alpha\sin\beta$$

oder weil $e = 2\pi R\,\mathrm{Tgt}\,\alpha$

$$v = \frac{\gamma}{2\pi}\,\frac{\mu eM}{rm}\sin\beta = 10{,}504\,\frac{\mu eM}{rm}\sin\beta.$$

§. 83.

Anschlag

zur Verfertigung einer Wasserschnecke von 20 Fuß Länge und 3 Fuß lichter Weite, mit einfachen Gängen und dazu gehörigen Rahmen.

	Rthlr.	Gr.	Pf.
An Holz.			
21 Fuß 11 Zoll starkes ausgesuchtes Eichenholz, welches bearbeitet eine 10 Zoll starke Spindel giebt à Fuß 10 Gr.	8	18	—
130 Fuß eichene $1\frac{1}{4}$ Zoll starke und 12 Zoll breite Bohlen zu den Schaufelbrettern des Schneckenganges à Fuß 2 Gr.	10	20	—
Latus	19	14	—

	Rthlr.	Gr.	Pf.
Transport	19	14	—
46 Stück ausgesuchte, 21 Fuß lange, 3 Zoll breite und 2 Zoll dicke kiehnene Latten zum Mantel à Stück 12 Gr.	23	—	—
60 Fuß 8 Zoll im □ starkes kiehnenes Bauholz zum Rahmen à Fuß 1 Gr.	2	12	—
14 Fuß 3 Zoll starkes kiehnenes Holz zur Lenkstange an der Kurbel	—	10	—
Eisen und Schmiedearbeit.			
7 Stück Ringe um den Mantel, 2 Ringe um die Spindel, zum untern Spindelzapfen nebst Pfanne und zur Kurbel, nebst Pfanne und Ueberwurf, sind erforderlich			
60 Pfund Eisen incl. Arbeitslohn à Pfund 3 Gr.	7	12	—
Dem Zimmermann.			
Die Spindel im Durchmesser 10 Zoll stark, mit 2 Zoll tiefen Zapfenlöchern zu den Schaufelbrettern zu bearbeiten; die Schaufelbretter nach der Chablone einen Zoll dick zu arbeiten und einzusetzen; den Mantel zu bearbeiten und umzulegen, die sämmtlichen Beschläge tüchtig zu befestigen, den Rahmen zu verfertigen und die ganze Maschine wasserdicht zu bearbeiten und zu theeren	25	—	—
Summa	78	—	—

Wasserschraube.

§. 84.

Außer den Wasserschnecken, könnte man sich auch der **Wasserschrauben** bedienen, welche übrigens mit den Schnecken in Bezug auf ihre Spindel und Schaufelbretter einerlei Einrichtung erhalten, und nur darin verschieden sind, daß ihre Bekleidung nicht wie bei der Schnecke an den Schaufelbrettern befestiget wird, indem man sich anstatt der Bekleidung eines hölzernen, nach einem Halbkreis ausgehöhlten feststehenden **Trogs** oder Kumms bedient, dessen Enden auf beiden Seiten der Schnecke noch etwas erhöhet werden, damit kein Wasser verlohren geht. Zwischen dem Troge, welcher die Stelle der Bekleidung vertritt, und zwischen den Schaufelbrettern, muß ein geringer Spielraum bleiben, welcher einen beträchtlichen Wasserverlust verursacht, und wenn er zu klein genommen wird, eine Reibung der Schaufelbretter an dem Troge verursachen würde, wodurch

durch die Schaufelbretter zerstört werden könnten. Da nun bei dem Grundbaue dergleichen Beschädigungen sehr nachtheilig werden können, auch diese Maschine mehr in denjenigen Fällen zu gebrauchen ist, wo sie einen unverrückten Stand behält, so bedient man sich derselben sehr selten beim Grundbaue.

Ueber den Bau der Wasserschnecke findet man einige, aber nur sehr unvollständige Nachrichten in Leupolds Theatrum Mach. Hydraulic. 1. Theil. §. 67. S. 36. und in
J. *Polley*, Theatrum Machinarum univerlale. In't Kooper gebragt, door J. *Schenk*. II. Deel. t'Amsterdam 1737 fol. pag. 10. Tab. XII.

Scheibenkunst.

§. 85.

Die **Scheiben-** oder **Püschelkünste** (Chapelets verticaux) bestehen aus einer vertikal stehenden Röhre (Tuyau montant), durch welche eine Kette ohne Ende geht, die in gleichen Entfernungen mit ledernen Scheiben (Rondellets de cuir) versehen ist, welche genau in die Röhre passen, und beim Aufwärtsgehen die Röhre aus dem Sumpf mit Wasser füllen, welches alsdann zum Ausguß Tf. XVIII.
gebracht wird, wie solches aus Figur 27. 28. 29. näher zu ersehen ist. Die Kette ohne Ende geht über eine **Gabelwalze** (Roue a hérisson), welche Fig. 30 und 31 nach einem größern Maaßstabe abgebildet ist. An der eisernen Axe dieser Walze befindet sich eine doppelte Kurbel, woran die Arbeiter gestellt werden, um durch das Umdrehen der Kurbel das zwischen den Scheiben enthaltene Wasser aufzuwinden. Damit die Kette mit den Scheiben leichter in die untere Oefnung der Steigröhre gehe, pflegt man eine Walze daselbst anzubringen, deren Durchmesser in der Mitte kleiner als an beiden Enden ist. M. s. Figur 28 und 29 nebst der Ansicht von oben, Figur 32. Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29. Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32.

Damit die ledernen Scheiben A, A, A, Figur 33, 34 und 35 an der Kette B die erforderliche Eigenschaft erhalten, und von dem einmal in die Röhre getretenen Wasser, so wenig als möglich ist, verloren gehe, so werden solche mit hölzernen, theils konisch abgedrehten **Schäften** C verbunden, welche, um sie gegen das Zersprengen zu sichern, bei D einen eisernen Ring erhalten, und deren größter Durchmesser da wo sie mit der Scheibe zusammen stoßen, nur $\frac{1}{4}$ Zoll geringer, als der Durchmesser der Scheibe ist. Durch den Schaft und die Scheibe, geht ein eiserner Bolzen E, welcher an beiden Enden mit den Kettengliedern verbunden ist. Auf die lederne Scheibe wird eine dünne eiserne Platte F gelegt, um solche mittelst des Splints G gegen den Schaft C zu pressen. Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35.

 Die

Die Scheiben selbst werden im Durchmesser etwas kleiner zugeschnitten, als die innere Weite der Röhre beträgt, weil sonst, wenn die Scheiben zu sehr in die Röhre gepreßt sind, zu häufig Reparaturen vorfallen. Man bringt die Scheiben an der Kette in Entfernungen von ihrem sechs bis achtfachen Durchmesser so an, daß allemal in der Steigröhre die eiserne Scheibe mit dem Splinte oberhalb und der Schaft unterhalb stehet. Die Scheibenkünste haben zwar so wie die Schaufelwerke den Vorzug, daß sie ohne Absätze Wasser schöpfen, und sind den Schaufelwerken auch deshalb noch vorzuziehen, weil sie weniger Raum einnehmen, sie haben aber auch den Fehler, daß sie eine große Reibung verursachen, wenn die Scheiben stark eingepreßt werden, und alsdann besonders vielfältiger Reparaturen bedürfen. In Frankreich pflegt man sich derselben am häufigsten zu bedienen.

Die Beschreibung der Rosenkranzmühlen oder Paternosterwerke gehört nicht hieher, weil man sich derselben nur selten beim Grundbaue bedient, da die ausgestopften Bälle, welche statt der Scheiben dienen, sich zu leicht abnutzen.

Gewöhnlich macht man die Steigröhre 4 bis 6 Zoll weit und 12 bis 20 Fuß lang. Sie wird aus einem runden kiehnenen Stück Holz verfertiget und gut ausgebohrt. Die Scheiben werden $\frac{1}{3}$ Zoll dick aus starkem englischen Pfundleder geschnitten, welches vorher in einer heißen Mischung von Talg, Oehl und Theer getränkt ist. Bei einer 5 Zoll weiten Steigröhre, werden die Scheiben $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß von einander befestiget.

Beim Gebrauche der Scheibenkünste ist darauf zu sehen, daß die Steigröhre wohl befestiget ist, und ganz vertikal stehet. Die Arbeiter stehen auf besonderen Gerüsten Fig. 36. 37.; auch kann man sie, bei langer und anhaltender Arbeit, unter eine leichte Bedeckung stellen.

Taf. XIX. Fig. 36. Fig. 37.

Ueber die Konstrukzion der Scheibenkünste findet man in Belidors Archit. Hydraul. 1. Theil. 2. Buch 4. Kap. §. 740. u. f. die vollständigsten Nachrichten.

§. 86.

Die **Wassermenge**, welche eine Scheibenkunst in jeder Minute liefert, läßt sich leicht dadurch bestimmen, daß der Inhalt des Wasserkörpers, welcher jedem Fuße von der Höhe der Steigröhre entspricht, mit der Peripherie der Gabelwalze und der Anzahl der Umdrehungen in einer Minute multiplizirt wird.

Wenn die Förderungshöhe der Steigröhre 12 Fuß, die Weite der Steigröhre 5 Zoll und die Entfernung der Scheiben von einander 3 Fuß beträgt, so findet man den Querschnitt der Steigröhre

$\frac{1}{4} \cdot \frac{22}{7} \cdot \frac{25}{144} = 0{,}136$ □ Fuß,

also

also der Inhalt eines 3 Fuß langen Wassercylinders

$$0{,}136 \cdot 3 = 0{,}408 \text{ Kubikfuß}.$$

Der Inhalt einer 3 Fuß langen Kette mit der dazu gehörigen Scheibe, sey $\frac{1}{50}$ Kubikfuß, so ist der Inhalt eines 3 Fuß langen Wasserkörpers in der Steigröhre

$$0{,}408 - 0{,}02 = 0{,}368 \text{ Kubikfuß},$$

es kommen daher auf jeden Fuß Höhe der Steigröhre

$$\frac{0{,}368}{3} = 0{,}123 \text{ Kubikfuß Wasser}.$$

Bei jeder Umdrehung der Gabelwalze werden $5\frac{1}{2}$ Fuß von der Kette abgewickelt, daher wenn in jeder Minute die Kurbel 20mal umgedreht wird, so hat die Gabelwalze eben so viel Umdrehungen und man erhält die Wassermenge in jeder Minute

$5\frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 0{,}123 = 13{,}53$ Kubikfuß, wobei aber auf den Wasserverlust, welcher durch den Spielraum verlohren geht, nicht Rücksicht genommen ist.

§. 87.

Um die Anzahl der Mannschaft oder die **Kraft** zu bestimmen, welche am Umfange der Kurbel zur Ueberwältigung der Last erfordert wird, darf nur das Gewicht des zu hebenden Wassers nebst dem Widerstande, welcher von der Reibung entstehet, mit dem Halbmesser der Gabelwalze multiplizirt und durch den Kurbelbug dividirt werden, so erhält man die Kraft, welche durch 25 dividirt die Anzahl der Arbeiter giebt.

Ist H die Förderungshöhe und

D der Durchmesser der Steigröhre,

so kann man angestellten Versuchen zu Folge, den Widerstand, welcher von der Reibung einer jeden Scheibe entsteht, dem Gewichte einer Wassersäule gleich setzen, deren Grundfläche der horizontale Querschnitt der Röhre und deren Höhe

$$= \frac{H}{20 \cdot D} \text{ ist}.$$

Hiebei ist aber vorausgesetzt, daß die Scheiben nicht in die Steigröhre eingepreßt sind, weil sonst der Widerstand größer wird, auch Scheiben und Ketten der Beschädigung zu sehr ausgesetzt werden.

In dem gewählten Beispiele ist $H = 12'$; $D = \frac{5}{12}'$ also die Höhe

$$\frac{H}{20 \cdot D} = \frac{12 \cdot 12}{20 \cdot 5} = 1{,}44 \text{ Fuß}.$$

Beim Aufwärtsgehen der Scheiben in einer 15 Fuß langen Röhre, wenn die Scheiben 3 Fuß von einander entfernt sind, kann man jedesmal 5 Scheiben auf diese Röhre rechnen. Diese verursachen einen Widerstand von der Höhe

$$1{,}44 \cdot 5 = 7{,}2 \text{ Fuß}.$$

Dazu die Höhe der Wassersäule, welche gehoben wird, von 12 Fuß, giebt 19,2 Fuß. Für das Gewicht dieser Wassersäule findet man

$$19{,}2 \cdot 0{,}123 \cdot 66 = 155{,}87 \text{ Pfund},$$

welches die zu überwältigende Last ist, wenn man die übrigen kleinern Hindernisse der Bewegung nicht in Rechnung bringt.

Ist nun der Halbmesser der Gabelwalze 11 Zoll und der Kurbelbug 16 Zoll, so findet man die am Umfange der Kurbel erforderliche Kraft

$$\frac{155{,}87 \cdot 11}{16} = 107{,}16 \text{ Pfund.}$$

Werden daher 4 Mann an den Kurbeln zur Arbeit angestellt, so kommt auf jeden Mann $26\frac{7}{9}$ Pfund Kraft.

In dem vorhin berechneten Beispiele ist der Effekt $13{,}53 \cdot 12 = 162{,}36$, daher kommt auf einen Mann

$$\frac{25}{107{,}16} \cdot 162{,}36 = 37{,}8$$

und man erhält für die im Beispiele angenommene Scheibenkunst, wenn N die erforderliche Mannschaft und M die Wassermenge für eine Minute bezeichnet

$$MH = 37{,}8\,N$$

woraus sich mit Vergleichung von §. 76. ein überwiegender Vortheil gegen die Schaufelwerke ergiebt.

Handpumpen.

§. 88.

Unter allen Maschinen, welche zum Ausschöpfen des Wassers beim Grundbaue benutzt werden können, verdienen die **Pumpen**, deren wesentliche Einrichtung als bekannt vorausgesetzt wird, den Vorzug, theils weil sie nicht viel Raum einnehmen, sich in den kleinsten Winkeln eines Baues anbringen lassen, und leicht zu transportiren sind, theils auch, weil sie, die wenigen Reparturen an den Ventilen abgerechnet, von ziemlicher Dauer sind. Hiezu kommt noch, daß sie nach den gemachten Erfahrungen weniger Unterhaltungskosten erfordern, als andere hieher gehörige Maschinen. Nur können sie nicht zum Ausschöpfen des unreinen und schlammigten Wassers gebraucht werden.

Wegen der geringen Förderungshöhe bei Grundbauen, bedient man sich gewöhnlich nur der **Saugpumpen**, und es ist bei Anordnung derselben allemal die Einrichtung so zu treffen, daß solche paarweise betrieben werden, so daß die Kolbenstangen in eine solche Verbindung gesetzt werden, daß, wenn der eine Kolben aufgezogen wird, der andere niederwärts geht, weil sonst beim Aufwärtsziehen, auf das Gewicht der Kolbenstange unnöthig Kraft verwandt wird, auch die Arbeit nicht so regelmäßig betrieben werden kann.

Selten bedient man sich beim Wasserbau metallner Pumpenröhren, auch bleibt in den meisten Fällen, wenn das Wasser nicht über 18 Fuß hoch zu fördern ist, die Saugröhre ganz weg. Vorzüglich sind zweierlei Pumpen im Gebrauche, wovon die eine viereckte Kolben und Röhren hat, welche aus Bohlen zusammengesetzt werden, die andere aber aus cylindrischen Kolben und rund ausgebohrten hölzernen Röhren bestehen.

Es ist merkwürdig, daß sich Perronet der Saugpumpen nicht bedient hat, sie auch bei den von ihm beschriebenen Wasserbauen kaum erwähnt, da doch ihr Vorzug durch vielfältige Erfahrungen bestätiget ist.

§. 89.

Die **viereckigten Pumpen**, welche aus Bohlen zusammengesetzt und 12 bis 24 Fuß lang gemacht werd, erhalten folgende Einrichtung.

Wenn die innere oder lichte Weite des Stiefels oder Pumpenrohrs festgesetzt ist, so werden die Pumpenröhren bis auf 8 Zoll Weite aus zweizölligen, darüber aber, aus 3 zölligen harzigen, kiehnenen Bohlen zusammengesetzt. Diese Bohlen müssen auf derjenigen Seite, welche innerhalb des Stiefels kommt, sehr eben und genau abgehobelt, auch wechselsweise mit einer Feder und einer Nuthe oder einem halben Spund versehen werden. Figur 38 ist der horizontale Durchschnitt eines solchen aufrechtstehenden Pumpenstiefels. Taf. XIX. Fig. 38. Bei dem Zusammentreiben werden die Fugen der Bohlen mit heißem Theer und Pech bestrichen, und mit Werk gedichtet, damit die Verbindung luft- und wasserdicht wird; auch müssen lange eiserne, mit Widerhaken versehene Nägel so eingetrieben werden, daß sie noch in die Feder der Bohle eingreifen. An dem obern und untern Ende der Röhre und in Entfernungen von 4 Fuß, werden eiserne Schraubenbänder Figur 39. umgelegt, welche, wenn das Holz eintrocknet, nachgeschraubt werden können. Fig. 39. Auch legt man noch besonders einen dieser Bänder in derjenigen Gegend um die Röhre, wo der Kolben auf und ab gehet. Oberhalb der Pumpenröhre wird der Ausguß angebracht, wie solches aus der 40 und 41sten Figur zu ersehen ist, wo erstere die äußere Ansicht und letztere den Durchschnitt der Pumpe darstellt. Fig. 40. Fig. 41.

Die **Kolben** zu diesen Pumpen erfordern einen Kolbenstock, welcher aus einem gut ausgetrockneten ellernen Klotze verfertiget, und wie Figur 42 näher nachweiset, ausgearbeitet wird. Fig. 42. Die Wände dieses Stocks werden $1\frac{1}{2}$ Zoll, bei sehr weiten Pumpen aber 2 Zoll stark angenommen; seine Höhe ist der Breite gleich, diese muß aber so angenommen werden, daß der Stock höchstens mit einem Spielraume von $\frac{1}{8}$ Zoll in die Kolbenröhre paßt. Oberhalb erhält derselbe einen zwei Zoll langen etwas abgeschregten Einschnitt, um in demselben die Verliederung so annageln zu können, daß das Leder so genau wie möglich an die Wände der Kolbenröhre schließt. Zu dieser Verliederung bedient man sich am besten des Wallroßleders. An den innern Wänden des Kolbenstocks wird die untere scharfe Ecke abgerundet, damit das Wasser leichter durch denselben fließen könne. Im Durchschnitt Figur 43. ist diese Abrundung zu bemerken. Fig. 43.

Das

Das Ventil oder die Klappe, welche die obere Oefnung des Kolbenstocks verschließt, bestehet aus einer pfundledernen Scheibe, welche vorher in einer heißen Mischung von Talg, Theer und Oehl getränkt ist. Auf diese ist ein hölzerner Deckel befestiget, der $\frac{1}{2}$ Zoll breiter als die Ventilöfnung ist, und eine solche Höhe erhält, daß die lederne Scheibe in ihrem aufrechten Stande, nicht vertikal steht. Unter die lederne Scheibe kommt eine dünne eiserne Platte, welche von den Wänden des Stocks $\frac{1}{8}$ Zoll abstehet, und die durch eiserne Nägel mit dem hölzernen Deckel und der ledernen Scheibe verbunden wird. Das Scheibenleder muß auf drei Seiten des Stocks $\frac{3}{4}$ Zoll breit aufliegen, auf der vierten Seite aber, wo dasselbe angenagelt wird, kann es so breit genommen werden, daß es bis an die Verliederung reicht.

Unterhalb wird der Kolben mit einem 1 Zoll breiten eisernen Bande so beschlagen, daß die äußere Fläche mit der Seitenfläche des Kolbenstocks bündig wird. Auch um die Grundfläche des Kolbens wird ein viereckigter einen Zoll
Taf. XIX. breiter eiserner Band gelegt, durch welchen die Gabeleisen von der Kolbenstange
Fig. 43. gehen. Figur 43 ist der Durchschnitt des verliederten und mit Eisen beschlagenen Kolbenstocks.

Die häufigsten Beschädigungen bei den Pumpen entstehen an den Ventilen und gewöhnlich da, wo die ledernen Ventilscheiben an den Kolbenstock genagelt sind, weil bei dem öftern Aufwärtsbiegen der Klappen, die Nägelköpfe im Leder Einschnitte machen. Um dies zu vermeiden, darf man nur einen starken eisernen Blechstreifen, welcher mit Nägellöchern versehen und auf der einen Seite, wo sich das Kolbenleder anlegt, gut abgerundet ist, auf die lederne Scheibe nageln, so wird dadurch der Schaden, welchen die Nägel verursachen, verhindert.

Zum Aufziehen des Kolbens dient die **Kolbenstange**, welche gabelförmig durch den Kolben geht, und oberhalb eine hinlängliche Oefnung für die Ventilklappe behalten muß. Damit diese eiserne Gabel Fig. 43. auf dem Kolben festsitzt, erhält sie ein Plättchen, welches aber in den Kolbenstock eingelassen werden muß, damit das Ventil genau anschließen kann. Die untern Enden der Gabel erhalten Schraubengewinde, und werden mittelst einer Mutter angezogen. Man macht die Kolbenstangen ganz aus Eisen, zuweilen aber auch von Holz, und giebt denselben eine eiserne Gabel, welche wie bei den eisernen Stangen an dem Kolben befestiget wird.

Am untern Ende des Kolbenrohrs Figur 41. wird das **Bodenventil** ein-
Fig. 44. Fig. 45. gesetzt, welches genau in die Pumpenröhre passen muß. Fig. 44 und 45. ist dies Ventil nach seiner äußern Ansicht und im Durchschnitt abgebildet, und es bedarf wegen seiner Aehnlichkeit mit dem Kolben, keiner weiteren Beschreibung, außer daß zu merken ist, daß man, zur besseren Befestigung durch die Mitte desselben,

einen

einen eisernen Splintbolzen steckt, auch nach dessen Einbringung die Schrauben der äußeren Bänder, welche vorher gelüftet worden, scharf anzieht. Der Kolbenstock dieses Ventils kann aus vier Bohlenstücken von kiehnen Holz zusammen gesetzt werden, welches zur Festigkeit desselben hinreichend ist.

Damit keine Unreinigkeiten in die Pumpenröhre treten, bringt man an den Seitenöfnungen des Gestelles, durch welche das Wasser nach der Pumpe fließt, Drathgitter oder Flechtwerk von Weidenreiser an, welches aus Figur 40. näher zu ersehen ist.

Man hat auch versucht, die Ventilklappen ganz von Eisen zu machen, und solche mit einem Gewinde zu versehen. Sie fallen aber gewöhnlich zu schwer aus, und haben den Nachtheil, daß sich leicht Sand und Unreinigkeiten in das Gewinde setzen, wodurch das schnelle Oeffnen und Verschließen gehindert wird.

Belidor im 1. Theil. 2. Buch. 3. Kap. §. 756. der Architectura Hydraulica, erwähnt ebenfalls der Bohlenpumpen.

§. 90.

Sollen Pumpen durch **Menschen** betrieben werden, so ist schon im allgemeinen erinnert worden, daß es vortheilhaft ist, die Pumpen paarweise anzuordnen da dann von sämmtlichen Pumpen das gehobene Wasser durch eine gemeinschaftliche Rinne abgeführt werden kann. Es ist nicht gleichgültig, wie man die Anordnung macht, damit die Kolben durch Menschen am vortheilhaftesten bewegt werden, und man könnte sich der Schwengeln, Kurbeln, Druckbäume und anderer dergleichen Vorrichtungen bedienen; es ist aber besser die Einrichtung zu machen, welche Figur 46. vorstellt, wo die Mannschaft einen wagerechten Hebelsarm oder Zugbaum mittelst Zugleinen mit Knebeln, wechselsweise auf und ab zieht. Bei dieser Einrichtung muß man eben so, wie bei der Ramme, Arbeiter von beinahe gleicher Länge zusammenstellen; die Knebel werden 4 Fuß vom Boden worauf die Arbeiter stehen, befestiget, und mehreren hierüber angestellten Erfahrungen gemäß, kann man rechnen, daß ein Arbeiter den Knebel 4 Fuß hoch herunter ziehen, und mit 40 ℔ Kraft, da ihm sein eigenes Gewicht zu Hülfe kommt, an der Zugleine wirken kann. In jeder Minute verrichtet ein Arbeiter im Durchschnitt 25 Züge. Taf. XX. Fig. 46.

Die ganze Anordnung bedarf keiner weiteren Erläuterung, da solche in der Figur 46 und durch den darunter befindlichen Grundriß deutlich genug vorgestellt ist. Der Grundriß zeigt, wie zwei Paar Pumpen anzuordnen sind, so wie durch ähnliche Vorrichtungen drei und mehrere Paar Pumpen angebracht werden können.

§. 91.

Nur selten ist das auszuschöpfende Wasser auf eine solche Höhe zu heben, daß nicht die vorhin beschriebenen Saug- und Hebe-Pumpen, ohne Saugröhre zureichen sollten. Wenn indessen das Kolbenrohr zu lang wird, so kann man um eine größere Förderungshöhe zu erlangen, mit dem Kolbenrohr noch eine **Saugröhre** verbinden, nur muß die Einrichtung getroffen werden, daß der Saugkolben in seinem höchsten Stande nicht über 20 Fuß hoch über dem Wasserspiegel des Unterwassers stehet, so wie auch der schädliche Raum zwischen den Kolben- und Bodenventile so viel wie möglich zu verringern ist.

Die Saugröhren können ebenfalls viereckigt aus Bohlen verfertiget, und Taf. XX. Fig. 47. Fig. 48. mittelst eines viereckigten **Stöckels** mit der Kolbenröhre verbunden werden, wie solches die 47 und 48ste Figur erläutert. Die Weite der Saugröhre nimmt man so an, daß ihr Querschnitt $\frac{2}{3}$ oder $\frac{3}{4}$ vom Querschnitte der Kolbenröhre beträgt. Das Stöckel wird aus eichen Holz verfertiget, und in demselben das Bodenventil angebracht. Damit man aber dies Ventil leicht ausheben kann, ohne die Kolbenstange mit dem Saugkolben aus dem Stiefel zu ziehen, so erhält das Stöckel eine Oefnung oder Ventilthüre, welche durch einen keilförmigen Pflock geschlossen werden kann. Das Uebrige ergiebt sich aus den Zeichnungen. Wenn das Stöckel keine Oefnung zum Herausnehmen des Bodenventils hat, so muß dieses mit einem eisernen Bügel versehen werden, damit man mittelst einer Stange mit einem eisernen Haken, das Ventil nach oben heraus ziehen kann.

§. 92.

Statt der Pumpen aus Bohlen, bedient man sich auch oft der **ausgebohrten**, welche ebenfalls aus einer Kolbenröhre bestehen, die an ihrer Einflußöfnung mit einem Ventile versehen ist, und, die runde Form abgerechnet, mit den viereckigten Pumpen übereinkommen, so daß deren nähere Beschreibung und Abbildung hier übergangen werden kann.

Soll das Wasser auf eine beträchtliche Höhe gefördert werden, und man kann sich zu den Pumpenröhren metallner Stiefel bedienen, so werden diese mittelst des hölzernen Stöckels, mit einer ausgebohrten hölzernen Saugröhre verbunden, wie solches der Durchschnitt, Figur 49 näher erläutert. Fig. 49. Der Pumpenkolben bestehet aus einem hölzernen abgedrehten Kolbenstock, dessen Konstrukzion nebst der Verliederung aus der nach einem größern Maaßstabe verfertigten Zeich-

nung

nung Fig. 50. deutlich hervor geht. Ueberhaupt ist bei der Anordnung einer Saugpumpe dahin zu sehen, daß der Stiefel möglichst grade und glatt ausgearbeitet sei, die Kolben- und Ventilöfnungen so weit sind, als es die Umstände zulassen, und die Geschwindigkeit des Kolbens nicht unter einem halben und nicht über 3 Fuß in der Sekunde ausfalle. Bei dem Aufstellen der Pumpen ist besonders darauf zu halten, daß die Pumpenröhren vertikal stehen, und daß die Kolbenstangen in ihrem höchsten und niedrigsten Stande eben so weit von der Vertikallinie, welche durch die Axe des Stiefels geht, abweichen, als die Abweichung an der entgegengesetzten Seite beträgt, wenn sich der Kolben in seinem mittleren Stande befindet, oder wenn der Zugbaum horizontal ist. Läßt man aber wie gewöhnlich die Kolbenstangen vertikal stehen, wenn der Zugbaum horizontal liegt, so entstehet hieraus der Nachtheil, daß die Kolbenstange bei ihrem höchsten und niedrigsten Stande, weit mehr von der Vertikallinie abweicht, als bei der zuerst beschriebenen Einrichtung. Taf XX. Fig. 50.

§. 93.

Die **Wassermenge**, welche mehrere paarweise angeordnet Pumpen in einer Minute liefern, findet man, wenn die Höhe des Kolbenhubs mit dem Querschnitte des Stiefels, der Anzahl der Kolbenzüge in einer Minute und der Anzahl sämmtlicher Pumpen multiplizirt wird. Wegen des Verlustes, welcher aus der Unvollkommenheit der Kolben und Ventile entspringt, kann man aber nur etwa $\frac{5}{6}$ von der zu hebenden Wassermasse in Rechnung bringen, weil im Durchschnitt der sechste Theil des Wassers, welches man den Hubverlust nennt, zurückfällt oder nicht aufgefördert wird.

Setzt man, daß bei der vorhin beschriebenen Anordnung Fig. 46. Fig. 46.

α die Entfernung der Zugleine vom Zapfen oder der Unterlage des Zugbaums,
β die Entfernung der Kolbenstange von eben diesem Zapfen,
A den Querschnitt des Kolbenrohrs oder Stiefels,
M die Wassermenge von sämmtlichen Pumpen in einer Minute und
μ die Anzahl sämmtlicher Pumpen bezeichne;

vorausgesetzt, daß die Pumpen paarweise angeordnet sind, oder μ eine grade Zahl ist, so verhält sich, wenn die Höhe des Zugs 4 Fuß groß angenommen wird

$$\alpha : \beta = 4 : \frac{4\beta}{\alpha}$$

wo $\frac{4\beta}{\alpha}$, die Höhe des Kolbenhubs ist. Geschehen nun in der Minute 24 Züge

 (§. 90.)

(§. 90.) so erhält man die **Wassermenge** von μ Pumpen, nach den am Anfange dieses §. gegebenen Bestimmungen

$$M = \tfrac{5}{6} \cdot \frac{4\beta}{\alpha} \cdot 24 \cdot A \cdot \mu = \frac{80\,\mu\beta A}{\alpha}$$

und hieraus den **Querschnitt des Kolbenrohrs**

$$A = \frac{\alpha M}{80\,\mu\beta}$$

die **Entfernung der Zugleine** von der Unterlage des Zugbaums

$$\alpha = \frac{80\,\mu\beta A}{M}$$

die **Entfernung der Kolbenstange** von dieser Unterlage

$$\beta = \frac{\alpha M}{80\,\mu A}$$

und die **Anzahl der Pumpen**

$$\mu = \frac{\alpha M}{80\,\beta A}$$

Für zwei 8 Zoll im Geviert weite Pumpen, sei die Länge des Zugbaums oder $\alpha = 12$ und die Entfernung der Kolbenstange von der Unterlage oder $\beta = 2{,}6$ Fuß, so wird der Querschnitt des Kolbens $A = \frac{64}{144} = \frac{4}{9}$ □Fuß, daher die Wassermenge

$$M = \frac{80 \cdot 2 \cdot 2{,}6 \cdot \frac{4}{9}}{12} = 15{,}4 \text{ Kubikfuß.}$$

Wird verlangt, daß ein Paar Pumpen so angeordnet werden sollen, daß sie in jeder Minute 16 Kubikfuß Wasser geben, wenn die Länge des Zugbaums $\alpha = 13$ Fuß und der Querschnitt $A = \frac{4}{9}$ □Fuß gegeben ist, so findet man, weil $\mu = 2$ und $M = 16$ ist, die Entfernung der Kolbenstange von der Unterlage

$$\beta = \frac{13 \cdot 16}{80 \cdot 2 \cdot \frac{4}{9}} = 2\tfrac{37}{40} \text{ Fuß} = 2 \text{ Fuß } 11 \text{ Zoll.}$$

§. 94.

Um die **Kraft** zu finden, welche zur Erhebung eines Kolbens erfordert wird, müßte eine weitläuftige Rechnung zur Bestimmung sämmtlicher Hindernisse der Bewegung vorgenommen werden. Weil es aber nicht möglich ist, die Kraft der Arbeiter so genau anzugeben, wie es die genauere Berechnung der Bewegungshindernisse erfordert, so wird es um so mehr hinreichend seyn bei der Kraftbestimmung außer der hydrostatischen Last, noch die Reibung des Pumpenkolbens in Rechnung zu bringen, da hier überhaupt von keiner detaillirten Maschinenberechnung die Rede ist. Wenn daher bei einem cylindrisch gebohrten Pumpenrohre

D der Durchmesser des Kolbens und
H die Förderungshöhe oder die Höhe vom Spiegel des Unterwassers oder Sumpfs bis zum Ausgusse bezeichnet,
so ist das Gewicht der Wassersäule, welche der Reibung das Gleichgewicht hält

$$= \frac{\gamma AH}{10 D}$$

(Handb. d. Hydraul. §. 212.) wo γ das Gewicht von einem Kubikfuß Wasser = 66 Pfund ist. Soll daher ein Kolben mit dem Wasser aufgezogen werden, so ist die an der Kolbenstange erforderliche Kraft zur Erhebung des Wassers und zur Ueberwältigung der Reibung am Kolben

$$\gamma AH + \frac{\gamma AH}{10 D}$$

Sind die Pumpen paarweise angeordnet, so muß zugleich ein zweiter Kolben niedergedrückt werden, wozu die Kraft

$$\frac{\gamma AH}{10 D}$$

erfordert wird, es ist daher die gesammte Kraft, welche für **zwei** Pumpen zum jedesmaligen Aufziehen und Niederdrücken der Kolben nöthig ist

$$\gamma AH + 2 . \frac{\gamma AH}{10 D} = 66 \ AH \left(\frac{5 D + 1}{5 D}\right)$$

Für μ Pumpen (wo μ eine grade Zahl seyn muß) von gleichen Abmessungen, ist diese **Kraft**

$$33 \mu AH \left(\frac{5 D + 1}{5 D}\right)$$

Bezeichnet ferner
N die Anzahl der an beiden Zugbäumen α erforderlichen Arbeiter, so ist
$\frac{1}{2}$N die Anzahl der Arbeiter, welche an jedem Zugbaume ziehen,
wobei vorausgesetzt wird, daß N eine grade Zahl ist; man erhält daher die Kraft in Pfunden ausgedrückt, welche an jedem Hebelsarm α wirkt (§. 90.) = $\frac{1}{2}$N . 40 = 20 N, daher weil für das Gleichgewicht das Moment der Kraft dem Momente der Last gleich seyn muß,

$$\alpha \ . \ 20 N = \beta \ . \ 33 \mu AH \left(\frac{5 D + 1}{5 D}\right) \text{ oder}$$

$$H = \frac{100 N \alpha D}{33 \mu \beta A \ (5 D + 1)}$$

und

und weil (§. 93.)

$$M = \frac{80 \mu \beta A}{\alpha}$$

so findet man den Effekt **sämmtlicher** Pumpen, welche nach der beschriebenen Einrichtung durch Menschen an Zugbäumen betrieben werden

$$MH = \frac{8000\, ND}{33\,(5D + 1)}$$

Die vorstehenden Ausdrücke lassen sich ebenfalls auf Bohlenpumpen mit quadratförmigem Querschnitte anwenden. Man setze, daß

B die Seite vom horizontalen Querschnitt des aufrecht stehenden Stiefels bezeichne, so ist $B^2 = A$, also bei **viereckigten Pumpen**

die **Kraft** zum Aufziehen und Niederdrücken der Kolben, wenn überhaupt μ Pumpen von gleichen Abmessungen vorhanden sind,

$$\tfrac{33}{5} \cdot \mu BH\,(5B + 1).$$

Ferner:

$$H = \frac{100\, \alpha N}{33\, \mu \beta B\,(5B + 1)}, \text{ und}$$

$$M = \frac{80 \mu \beta B^2}{\alpha}$$

daher ist der **Effekt**

$$MH = \frac{8000\, NB}{33\,(5B + 1)}$$

Für sechszöllige Bohlenpumpen ist $B = \frac{1}{2}$ Fuß, also der Effekt

$$MH = \frac{8000 \cdot \frac{1}{2}}{33\,(\frac{5}{2} + 1)}\, N = 34{,}632\, N.$$

Nachstehende Tafel enthält für verschiedene Pumpenweiten die Werthe der Quotienten $\frac{MH}{N}$

Pumpenweite Zoll.	$\frac{MH}{N}$	Pumpenweite Zoll.	$\frac{MH}{N}$
5	32,757	9	38,277
6	34,632	10	39,179
7	36,106	11	39,831
8	37,296	12	40,304

Mit Hülfe dieses Täfelchens lassen sich leicht mehrere vorkommende Fragen beantworten. Man setze die in dem Täfelchen befindlichen Quotienten = T, so ist

$$T = \frac{MH}{N}, \text{ also}$$

$$M = \frac{TN}{H}$$

$$N = \frac{MH}{T} \text{ und}$$

$$H = \frac{TN}{M}.$$

Wollte man die Wassermenge bestimmen, welche 4 Mann bei neunzölligen Pumpen in jeder Minute auf eine Höhe von 18 Fuß fördern können, so ist hier

$$M = \frac{38,276 \cdot 4}{18} = 8\tfrac{1}{2} \text{ Kubikfuß.}$$

Wenn hingegen der Effekt gegeben ist, so läßt sich leicht die Anzahl der Arbeiter finden. Gesetzt man wollte mittelst 8zölliger Pumpen in jeder Minute $12\frac{1}{2}$ Kubikfuß Wasser auf eine Höhe von 12 Fuß fördern, so erhält man die erforderliche Anzahl Arbeiter

$$N = \frac{12\frac{1}{2} \cdot 12}{37,295} = 4 \text{ Mann.}$$

Wäre die gefundene Zahl ungrade, so müßte bei der Arbeit, eine grade Anzahl Arbeiter angestellt werden.

Kunstgestänge.

§. 95.

In denjenigen Fällen, wo die Kraft sehr weit von der zu bewegenden Last entfernt ist, und wo es die Oertlichkeit nicht verstattet, die bewegende Kraft in der Nähe des Widerstandes anzubringen, gebraucht man die **Feld-** oder **Kunstgestänge** (Stangenkünste), um die Bewegung, welche die Kraft bewirkt, durch Schub und Zug der Last mitzutheilen. Man bedient sich hiezu langer **Stangen**, welche, an **Schwingen** oder **Lenker** befestiget, sich leicht hin und her bewegen können. Die Feldgestänge haben den Nachtheil, daß wenn nicht aller Fleiß bei ihrer Anordnung und Ausführung angewandt wird, gewöhnlich ein beträchtlicher Kraft- und Hubverlust entstehet. Ihre Einrichtung ist zwar sehr mannichfaltig, da es aber hier nicht auf bleibende Vorrichtungen ankommt, so werden nur einige der einfachsten Vorrichtungen beschrieben werden.

Die 51. Figur stellt ein einfaches Gestänge mit **stehenden Schwingen** vor. AB ist ein Theil der **Kurbstange**, welche unmittelbar an dem von der Kraft in Bewegung gesetzten Krummzapfen befestiget ist. An der Haupt-Schwinge BD ist die **Kunststange** BC befestiget, welche durch die **Zwischen-Schwingen** EF, GH .... getragen wird, und sich bei dem **Kunstkreuze** CK, an welchem die Pumpenstangen angebracht werden, endiget. Taf. XXI. Fig. 51.

Die

Die Kunststange wird aus gutem fichtenem Holze 4 Zoll breit und 4 bis 5 Zoll hoch, aus einzelnen 24 bis 30 Fuß langen Stücken zusammengesetzt, wobei alles darauf ankommt, daß diese einzelne Holzstücken nach einer graden Linie und als ein zusammenhängendes Ganze so verbunden werden, daß die ganze Stange durch den Zug weder verlängert noch durch den Schub verkürzt werden kann, weil sonst ein Hubverlust bei einem Pumpenwerke unvermeidlich ist. Eine
Taf. XXI, vortheilhafte Verbindung der Kunststangen mit Verkämmung und ihrer Befesti-
Fig. 52. Fig. 53. gung durch zwei Bolzen, nebst drei eisernen Ringen, ist Fig. 52 u. 53. abgebildet.

Endet sich die Kunststange an einem Krummzapfen, einer Hauptschwinge oder einem Kunstkreuz, so erhält sie ein **Scheereisen** mit einem Zapfenloche in dem-
Fig. 54. selben, Figur 54. Auch bringt man zuweilen das Zapfenloch in der Kunststange
Fig. 55. selbst an, wie Fig. 55.

Eine vergrößerte Abbildung einer stehenden Haupt- und Zwischenschwinge
Fig. 56. Fig. 57. zeigt die 56 und 57. Figur, wobei zu bemerken ist, daß wenn die Zwischenschwingen eine größere Länge erhalten, solche wegen der Stürme, welchen das Ge-
Fig. 58. stänge ausgesetzt ist, mit Streben versehen werden müssen. Figur 58. ist das Gestell zu den Pfannen der Schwingen. Im festen Boden pflegt man aber oft die horizontalliegenden Hölzer wegzulassen, und es sind alsdann zwei eingeschlagene Pfähle, auf welchen die Pfannen befestiget werden, hinreichend. Die Pfannen werden zur Abhaltung des Sandes und Staubes mit einem Pfanndeckel versehen. Bei einer bedeutenden Länge der Schwingen, kann man denselben auch
Fig. 59. die Figur 59. vorgestellte Einrichtung geben.

Die Kunstkreuze können mit ihren Axen eine horizontale oder vertikale Lage erhalten; im ersten Falle bekommen sie eigentlich den Namen Kunstkreuze, im
Fig. 60. zweiten aber nennt man sie gewöhnlich Wendeböcke. Fig. 60. ist ein Kunstkreuz, an dessen aufrecht stehenden Arme die Lenkstange befestiget wird, so wie
Fig. 61. Figur 61. die beiden horizontalen Arme zum Anbringen der Pumpenstangen eingerichtet sind. Beide Kunstkreuze kommen an eine gemeinschaftliche Welle
Fig. 62. Figur 62; man kann aber auch an demselben Kreuze, woran das Kunstgestänge angebracht ist, die Pumpenstangen aufhängen.

Geht ein Gestänge nach einerlei horizontaler Richtung, so sind nichts weiter als Haupt- und Zwischenschwingen erforderlich, um das Gestänge zu leiten; wird aber die Richtung **vertikal** oder **horizontal** gebrochen, so werden da, wo sich
Fig. 63. die Richtung ändert, **Bruchschwingen** erfordert, welche im ersten Falle wie Fi-
Fig. 64. Fig. 65. gur 63 und 64 bei A, **Zwillinge**, oder wenn der Bruch horizontal ist, wie Fi-
Fig. 66. gur 65 bei B **Wendeböcke** genannt werden. Figur 66 A sind einige Zwillinge

von

von der Seite und bei B von oben anzusehen, abgebildet, so wie Figur 67. A die obere und Fig. 67 B die Seitenansicht eines Wendebocks, nach einem größern Maaßstabe vorstellt. Tf. XXIII. Fig. 67.

Bei einem langen Gestänge mit einem vertikalen Bruche, entsteht daraus, daß alle stehende Schwingen auf einerlei Seite überhängen, eine bedeutende Ungleichförmigkeit in Absicht des Widerstandes, welche dadurch gehoben werden kann, daß man ein **doppeltes Gestänge** wie Figur 68. anbringt, oder daß man die Hälfte der Schwingen stehend und die andere Hälfte hängend anordnet. Taf. XXII. Fig. 68. Bei den Gestängen mit vertikalen Brüchen liegt die Last der Stangen und Schwingen größtentheils auf einerlei Seite, wenn nicht durch entgegengesetzte Brüche dieses Uebergewicht aufgehoben wird. Man kann daher, wenn beim Auf- oder Abwärtsschieben eines Gestänges, ein Uebergewicht nach einer Seite entstehet, dieses dadurch aufheben, daß man in der Mitte des Gestänges ein Kunstkreuz oder einen Wendebock vorrichtet, und das Gestänge an den entgegengesetzten Armen anbringt.

Ueber die Erbauung und Anordnung der Feldgestänge, findet man mehrere Nachrichten in folgenden Schriften:

H. Calvör, historisch chronologische Nachricht und Beschreibung des Maschinenwesens bei dem Bergbaue auf dem Oberharze. Braunschweig 1763. Fol.

Langsdorff angeführtes Handbuch der Hydraulik, 25. Kap. S. 500. u. f.

J. Baader neue Vorschläge und Erfindungen zur Verbesserung der Wasserkünste beim Bergbau und Salinenwesen, m. 16 K. Bayreuth 1800. 4. XVII. Absch. S. 50. u. f.

Pumpen-Roßkunst.

§. 96.

Ist ein Grundbau bedeutend, und die Arbeit dabei anhaltend, so pflegt man die Pumpen in Ermangelung eines fließenden Wassers nicht durch Menschen, sondern mittelst einer **Roßkunst** oder eines **Pferdegöpels** zu betreiben. Es kommt hiebei darauf an, den Göpel so einfach wie möglich einzurichten, damit er leicht zusammengesetzt und wieder weggeschafft werden kann.

Die einfachste Vorrichtung, bei welcher kein besonderes Gebäude erforderlich ist, und über die man, wenn es nöthig ist, leicht ein mit Stroh gedecktes Bohlendach *, anbringen kann, ist Fig. 69 und 70 im Aufriß und Grundriß abgebildet. Tf. XXIII. Fig. 69. Fig. 70.

* D. Gilly, über Erfindung, Construction und Vortheile der Bohlendächer, 8 K. Berl. 1797. 8. S. 61.

Tf. XXIII. Fig. 69. 70. gebildet. Auf einem Kreutzgestelle AB dessen Schwellen nicht zu kurz und hinlänglich befestiget sind, befindet sich eine kurze mit Streben befestigte Säule AC in die oberhalb ein drei Zoll starker eiserner Zapfen, welcher an seinem Kopfe genau abgerundet ist, vertikal befestiget wird. Auf diesem Zapfen ruhen die Zugbäume DE, an welche die Pferde gespannt werden, und die aus krumm gewachsenen Hölzern bestehen, welche durch eiserne Schrauben und Bänder verbunden sind. In der Mitte beider Zugbäume sind zwei metallne Pfannen angebracht, in welche der eiserne Zapfen paßt, wovon die oberste aber so beschaffen seyn muß, daß der Zapfen mittelst einer kleinen Oefnung in dieser Pfanne, von oben her die nöthige Schmiere erhalten kann. Damit nun durch die Umdrehung der Zugbäume, welche, wenn sich die Pferde nicht brustlahm ziehen sollen, wenigstens 15 Fuß lang seyn müssen, ein Pumpenwerk in Bewegung gesetzt werden könne, bedarf es noch einer besondern Vorrichtung, den Pumpenstangen die Bewegung mitzutheilen. Es ist nicht rathsam, sich hiebei auf ein in Absicht der Unterhaltung kostbares Räderwerk einzulassen, sondern es genügt in den meisten Fällen, wenn statt eines Krummzapfens, etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß von der Mitte des Zapfens entfernt, ein 2 Zoll starker eiserner Lenknagel F an dem einen Zugbaum und an demselben eine Lenkstange so angebracht wird, daß diese mittelst eines Kunstkreutzes die Kolbenstangen in Bewegung setzt. Ist das Kunstkreuz von der Mitte der Zugbäume nicht über 20 bis 24 Fuß entfernt, so ist die einzige Lenkstange hinreichend, bei einer größern Entfernung, welche man aber auf alle Weise zu vermeiden sucht, ist zwischen dem Kunstkreutze und der Lenkstange noch ein Kunstgestänge nöthig.

Hier ist nur eine Entfernung von etwa 40 Fuß angenommen, und aus der Zeichnung Fig. 69 und 70. läßt sich leicht beurtheilen, wie durch Umdrehung der Zugbäume mittelst der Kurbstange FG der Lenker oder die Schwinge HI durch diese die Lenkstange HK, das Kunstkreuz KL und endlich die Pumpenstangen M,N bewegt werden.

Die Welle O des Kunstkreuzes kann, wenn Kraft genug vorhanden ist, mehrere Paare Pumpen treiben, in welchem Falle solche verhältnißmäßig länger wird, und mehrere Arme erhält. Das Fig. 70. abgebildete Knnstkreuz treibt sechs Paare Pumpen.

Bei der hier beschriebenen Anordnung der Zugbäume ist darauf zu sehen, daß, wenn die Bäume mit ihrer Pfanne auf dem Zapfen der Säule ruhen, und die Lenkstange mit dem Lenknagel in Verbindung stehet, alsdann keiner der Zugbäume ein Uebergewicht hat, oder daß die ganze Vorrichtung, welche auf dem

dem Zapfen ruht, ihren Schwerpunkt genau in der Axe des Zapfens habe, damit alles Schwanken vermieden werde.

Die Aufhängepunkte der Bracken bei D und E woran die Pferde ziehen, oder hier, das tiefste Ende der Zugbäume wird etwa $2\frac{1}{2}$ Fuß von dem Boden worauf die Pferde gehen, angenommen, und man hat dafür zu sorgen, daß dieser Boden, um den Pferden den Zug zu erleichtern, möglichst fest ist, so wie auch die Kurbstange FG eine solche Höhe erhalten muß, daß die Pferde ohne anzustoßen, darunter weggehen können.

Ueber diese Anordnung sehe man Baaders angeführte neue Vorschläge und Erfindungen ꝛc. S. 89. u. f.

§. 97.

Die Anordung eines Pumpenwerks, welches durch zwei Pferde auf die im vorhergehenden §. beschriebene Weise betrieben werden soll, erfordert, wenn die Förderungshöhe H; die Weite der Pumpen D (welche hier ebenfalls viereckigt oder aus Bohlen zusammengesetzt, angenommen werden) und die Höhe des Hubs gegeben ist, daß hieraus die Länge der Arme OM (Figur 69.) zu den Pumpenstangen, die Anzahl der Pumpen und die Wassermenge bestimmt werde. Tf. XXIII. Fig. 69.

Die Länge des Arms OM bei einem gegebenen Hub von 4 Fuß zu finden, setze man den Bug des Krummzapfens oder die Entfernung des Nagels F vom Mittelpunkte des Zapfens $= 1\frac{1}{2}$ Fuß; die Länge IG $= 7$, IH $= 8$ und OK $= 4$ Fuß, so wird bei jeder Umdrehung des Zugbaums der Punkt G um 3 Fuß hin und her geschoben. Der Punkt H am Hebel IH läuft alsdann $\frac{8}{7} \cdot 3 = 3\frac{3}{7}$ Fuß hin und zurück, welches ebenfalls vom Punkte K gilt. Nun soll der Punkt M, 4 Fuß durchlaufen, wenn K, $3\frac{3}{7}$ Fuß zurück legt, es muß daher

$$OM = \frac{4}{3\frac{3}{7}} \cdot 4 = 4\frac{2}{3} \text{ seyn.}$$

Wird die Kraft, mit welcher ein Pferd an dem 15 Fuß langen Zugbaume zieht, 175 Pfund gesetzt, so ist die Kraft beider Pferde 350 Pfund. Machen die Pferde einen Umlauf, oder legen den Weg $\frac{22}{7} \cdot 30$ zurück, so durchläuft die Kurbstange FG einen Weg von 6 Fuß, und man findet für das Gleichgewicht den **Widerstand an der Kurbstange** FG nach dem Cartesischen Gesetz *

$$\frac{\frac{22}{7} \cdot 30 \cdot 350}{6} = 5500 \text{ Pfund.}$$

 also

* Die Kraft verhält sich zur Last, wie der Weg der Last, zum Wege der Kraft.

also den **Widerstand** welcher **am Halbmesser** OM überwältigt werden kann

$$\frac{7 \cdot 4}{8 \cdot 4\frac{2}{3}} \cdot 5500 = 4125 \text{ Pfund},$$

welches diejenige Kraft ist, die auf das Aufziehen und Niederdrücken der Kolbenstangen verwandt werden kann. Es ist daher nach §. 94. bei viereckigten Pumpen von gleichen Abmessungen

$$\tfrac{33}{5} \mu \text{HB} (5 \text{B} + 1) = 4125$$

daher die Anzahl sämmtlicher Pumpen, welche bei der vorausgesetzten Anordnung durch 2 Pferde betrieben werden können

$$\mu = \frac{625}{\text{HB}(5\text{B} + 1)}$$

Soll nun das Wasser mittelst 8zölliger Pumpen 17 Fuß hoch gehoben werden, so ist B $= \frac{2}{3}$ und H $= 17$ daher

$$\mu = \frac{625}{17 \cdot \frac{2}{3}(\frac{10}{3} + 1)} = 12, 7.$$

folglich können 12 **Pumpen** oder **sechs Paare** angeordnet werden, und man kann den Bruch $\frac{7}{10}$ um so mehr weglassen, da auf die Reibung am Göpel und dem Gestänge so wie auf die schiefe Richtung der Kraft und die bei jeder Umdrehung von neuem aus der Ruhe zu bewegende Massen, zur Vermeidung weitläuftiger Rechnungen, nicht Rücksicht genommen ist.

Zur Bestimmung der **Wassermenge** muß die Anzahl der Umläufe des Zugbaums in einer Minute bekannt seyn. Nimmt man an, daß sich die Pferde mit 3 Fuß Geschwindigkeit bewegen, so ist die **Umlaufszeit**

$$\frac{\frac{22}{7} \cdot 30}{3} = 31\tfrac{3}{7} \text{ Secunden};$$

es kommen also sehr nahe auf jede Minute zwei Umläufe des Zugbaums, oder jede Pumpe gießt in einer Minute zweimal Wasser aus.

Auf jeden Kolbenhub gibt eine Pumpe §. 94. $\frac{5}{6} \cdot \frac{4}{9} \cdot 4 = \frac{40}{27}$ Kubikfuß Wasser, man erhält daher die **Wassermenge** für 12 Pumpen, wovon jede in der Minute zweimal ausgießt,

$$\tfrac{40}{27} \cdot 12 \cdot 2 = 35\tfrac{5}{9} \text{ Kubikfuß}.$$

Ueber die Anordnung und Einrichtung der Pumpen überhaupt, kann man nachstehende Schriften nachsehen.

J. *Lenpold* Theatrum machinarum hydraulicarum, Tom. I. Leipzig 1724. Cap. X. XII. und Tom. II. 1725. Cap. III—VIII. und X.

Calvör angeführte historisch-chronologische Nachricht ꝛc. 1. Theil. 11. Kap. 2. Abschn.

Belidor angeführte Archit. Hydraul. 1. Theil. 3. und 4. Buch.

Langsdorf angeführtes Handbuch der Hydraulik. 22 bis 27. Kap.

J. Baader vollständige Theorie der Saug- und Hebepumpen und Grundsätze zu ihrer vortheilhaften Anordnung. Bayreuth 1797. 4.

§. 98.

In denjenigen Fällen, wo in der Nähe eines Grundbaues, ein fließendes Wasser befindlich ist, können zur Ersparung der Kosten für die beim Ausschöpfen des Wassers nöthige Mannschaft, nach Verhältniß des Gefälles, ober- oder unterschlächtige **Wasserräder** angelegt werden, um die Schöpfmaschinen zu treiben.

Die Konstrukzion dieser Wasserräder ist mit der im Handbuche der Hydraulik Tafel I. Figur 4 und Tafel II. Figur 8 angegebenen einerlei, und die Beschreibung von dem Baue der hiezu nöthigen Gerinne, wird in den folgenden Heften erläutert werden. Kann man das Wasserrad unmittelbar neben der Baustelle, wo das Grundwasser ausgeschöpft werden soll, anbringen, so kann sogleich an der Welle des Wasserrades ein Krummzapfen angebracht werden, welcher mittelst einer Lenkstange das Kunstkreuz, mit welchem die Kolbenstangen in Verbindung stehen, umtreibt. Ist hingegen das Wasserrad von der Baustelle entfernt, so wird zwischen dem Krummzapfen und dem Kunstkreuze, ein Kunstgestänge erfordert.

Mittelst eines Wasserrades läßt sich auch noch die Erhebung der Pumpenstangen auf verschiedene andere Arten bewerkstelligen. Unter andern wird öfters der Fall in Ausübung gebracht, wo ein Stirnrad an der Wasserradswelle, in einen Drehling an einer Daumenwelle eingreift, und diese in Bewegung setzt. Die Kolbenstangen erhalten alsdann Hebezapfen, welche mittelst der Daumen gehoben werden, und es kommt vorzüglich darauf an, die Daumen so zu vertheilen werden, daß immer gleichviel Kolbenstangen an der Daumenwelle hängen. Wie diese Anordnung zu machen sei, findet man in den meisten Schriften über die Mühlenbaukunst und Maschinenlehre auseinander gesetzt.

Sehr oft befindet sich in der Nähe eines Wasserbaues eine Wassermühle, in welchem Falle es vortheilhaft seyn kann, mit dem Mühlenbesitzer die Uebereinkunft zu treffen, daß derselbe die Anbringung eines Gestänges an dem Wasserrade der Mühle gestattet, um durch dasselbe einige Pumpen zu bewegen. In diesem Falle wird an der Wasserradswelle ein Krummzapfen angebracht, welcher zur Betreibung des Gestänges dient. Der Schleusenbau bei Bromberg gab zu dergleichen Kraftbenutzung Gelegenheit.

Dampf-

Dampfmaschine.

§. 99.

Es ist schon angeführt, daß die **Dampfmaschinen** nur selten bei dem Wasserbaue gebraucht werden. Dies rührt theils von den ansehnlichen Kosten des Brennmaterials, theils auch von dem hohen Preise dieser Maschinen selbst her, welcher dadurch noch vermehrt wird, wenn dieselbe von den Hüttenwerken nach entfernten Provinzen gesandt werden muß. Die vorfallenden Reparaturen verursachen überdies öfters große Verlegenheiten, wobei denn das Schlimmste ist, daß bei vorkommenden Stillständen der Maschine, wenn etwas zerbrochen ist, welches durch eine unvorsichtige Behandlung der, von der Einrichtung der Maschine nicht hinreichend unterrichteten Menschen geschehen kann, das Ausschöpfen des Wassers aufhört, und die Fortsetzung des Baues verhindert wird. Dieserwegen, und wenn man alle Vortheile und Nachtheile genau erwägt, so dürften die Dampfmaschinen nicht sehr viel gegen andere Schöpfmaschinen beim Grundbaue gewinnen. Ist hingegen die Maschine selbst und die nöthige Feurung leicht zu erhalten, und sind zur Ausbesserung der Beschädigung hinlänglich geschickte Arbeiter vorhanden, so läßt sich die Dampfmaschine besonders da mit Vortheil gebrauchen, wenn die Menge des zu fördernden Wassers sehr groß ist, oder wenn Umstände eintreten, welche Mangel an andern Kräften verursachen können. Sowohl bei dem Baue des Klodnitz Kanals in Schlesien, als auch bei dem Baue der Hafenschleuse zu Neufahrwasser, bei Danzig, hat man sich der Dampfmaschinen bedient. Bei diesem letztern Baue war man um so mehr bewogen, diese Wasserschöpfmaschine anzuordnen, weil der Grund, auf welchem die Schleuse erbauet werden sollte, aus aufgeschwemmtem Dünensand bestand, und in der Nähe der Weichsel und Ostsee, ein starker Zudrang des Wassers in die Baustelle zu befürchten war.

Um sich die Wirkung der Dampfmaschinen zu erklären, ist zuerst zu bemerken, daß erhitzte Wasserdämpfe eine außerordentliche Kraft erhalten, sich auszudehnen, und diejenigen Hindernisse, welche ihrer Ausdehnung widerstehen, mit einer großen Gewalt wegtreiben können. Man nennt dies die Expansivkraft der Wasserdämpfe, welche mit dem Grade der Erhitzung dieser Dämpfe wächst. Eine zweite merkwürdige Eigenschaft der erhitzten Dämpfe besteht darin, daß sie durch Berührung mit einem kalten Körper, plötzlich verdichtet und ihrer Expansivkraft beraubt werden, so daß, wenn dies in einem verschlossenen Gefäße bewirkt

wirkt wird, hiedurch ein luftleerer Raum entstehet. Auf diesen Eigenschaften der Dämpfe gründen sich die beiden vorzüglichsten Arten der Dampfmaschinen.

Denkt man sich einen aufrechtstehenden hohlen Cylinder oder Pumpenstiefel, in welchem sich ein Pumpenkolben, wasserdicht und dampfdicht, auf- und abwärts bewegen kann; nimmt man ferner an, daß sich der Kolben in seinem höchsten Stande befinde, und durch irgend eine Vorrichtung der Raum des Cylinders unterhalb des Kolbens mit heißem Dampfe angefüllt werden kann, und läßt man diesem heißen Dampfe, kaltes Wasser entgegen sprützen, ohne der äußeren Luft den Zugang unter den Kolben zu verstatten, so wird eine Verdichtung der Dämpfe und ein luftleerer Raum unter dem Kolben entstehen. Die Atmosphäre, welche von oben auf den Kolben mit einer Gewalt drückt, welche ungefähr der Höhe einer Wassersäule von 32 Fuß gleich ist, wird den Kolben herunter drücken, wodurch derselbe vermögend ist, eine ansehnliche Last mittelst der Kolbenstange herunter zu ziehen. So bald der Kolben seinen tiefsten Stand erreicht hat, können wieder Dämpfe unter denselben geleitet werden, wodurch ein so starker Druck gegen den Untertheil des Kolbens entstehet, daß hiedurch und zugleich mittelst eines angebrachten Gegengewichts, eine Aufwärtsbewegung des Kolbens bewirkt wird. Man sieht hieraus ein, wie durch fortgesetztes Zutreten und Verdichten der Dämpfe, eine fortdauernde Bewegung des Kolbens verursacht werden könne, und daß es eigentlich der Druck der Atmosphäre ist, durch welchen ein an der Kolbenstange angebrachter Widerstand überwältigt werden kann. Die hier beschriebene Einrichtung, ist ein wesentlicher Theil der von **Newcomen** verbesserten ältern Dampfmaschine.

So viele Vorzüge aber auch die Newcomensche Maschine gegen ältere in Absicht ihrer übrigen Einrichtung hatte, so entstanden doch später hin, durch James **Watt**, noch wesentliche Verbesserungen. Unter andern vorzüglichen Einrichtungen der Wattschen Dampfmaschinen, unterschieden sie sich auch noch von den Newcomenschen dadurch, daß bei ihnen der Dampfcylinder auch oberhalb des Kolbens wasser- und luftdicht verschlossen wird, so daß nur die Dämpfe und nicht die Atmosphäre, als bewegende Kraft auf den Kolben wirken. Diese Einrichtung erfordert zwar, daß die Kolbenstange eine luftdichte Bewegung durch den Obertheil des Dampf-Cylinders erhält, weil aber die Dämpfe mit einer größern Kraft als die Atmosphäre auf den Kolben wirken können, so entstehen doch hiedurch und wegen andrer zweckmäßigen Einrichtungen, wesentliche Ersparungen.

Eine vollständige Beschreibung der Dampfmaschinen, findet man in nachstehenden Schriften:

v. Prony neue Architektura Hydraulika, 1. Theil. 2. Band. Aus dem Franz. v. K. C. Langsdorf. Frankf. am Mayn 1795. S. 593. u. f. desgleichen im zweiten Theile dieses Werks.
K. C. Langsdorf Lehrbuch der Hydraulik. Altenburg 1794. 21. Kap. S. 378. u. f.
— — Handbuch der Maschinenlehre, 1. Band. Altenburg 1797. 11. Kap. S. 187. u. f.
Nieuwe Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap te Rotterdam, I. Deel. te Amsterdam 1800. S. 1. u. f.

Da hier nicht die Rede davon seyn kann, eine vollständige Beschreibung der verschiedenen Dampfmaschinen oder eine Theorie derselben zu liefern, so wird man sich damit begnügen, eine Beschreibung von derjenigen Dampfmaschine zu geben, welche gegenwärtig noch unter der Leitung des Hrn. Kriegs-Rath Peterson, zum Ausschöpfen des Grundwassers bei dem Schleusenbaue am danziger Hafen im Gebrauch ist. Die hier beigefügten Kupferstiche sind genaue Abbildungen dieser Maschine, und es ist dabei zu bemerken, daß solche ohne alle weitere Verbesserung so abgebildet ist, wie sie sich bei diesem Baue aufgestellt befindet. Es ist aber nicht zu läugnen, daß die Benutzung einer ganz nach Wattschen Grundsätzen eingerichteten Maschine, deren detaillirte Beschreibung man in dem angeführten Pronyschen Werke findet, einen geringern Aufwand an Brennmaterial erfordert, so wie es jederzeit rathsam ist, statt eines Kessels, zwei anzuordnen.

Beschreibung derjenigen Dampfmaschine, welche bei dem Baue der neuen massiven Hafen-Schleuse zu Neufahrwasser bei Danzig gebraucht worden ist.

Diese Maschine hat in der Hauptsache die Einrichtung der **Newcomenschen**, denn die bewegende Kraft derselben ist so wie bei jener, der Druck der Atmosphäre, und die Dämpfe dienen nur dazu, einen luftleeren Raum hervorzubringen, damit die Luft ihren Druck äußern kann; jedoch befinden sich mehrere Verbesserungen an derselben, die von der Wattschen Dampfmaschine entlehnt worden sind. In der nachstehenden Beschreibung sind sämmtliche Abmessungen der Maschine, nach dem englischen Fuß und Zollmaaße bestimmt, welches sich zum rheinländischen, wie 13513 zu 13913 verhält *.

Der **Dampf-Kessel** A in welchem das Wasser durch die Hitze des darunter brennenden Feuers in Dämpfe verwandelt wird, ist rund, und sowohl sein Boden als auch die Decke sind kuglicht nach oben gewölbt, jedoch der Boden weniger

* Eytelwein Vergleichung der in den Königl. Preuß. Staaten eingeführten Maaße und Gewichte. Berlin 1798. S. 9.

weniger als die Decke. Der größte Abstand beider beträgt 6 Fuß 3 Zoll (engl.) und der Durchmesser des Kessels ist 8 Fuß 4 Zoll.

Der Kessel ist aus Tafeln von geschmiedetem Eisenbleche zusammengesetzt, welche $\frac{1}{6}$ Zoll stark, aber in der Mitte dicker und gegen den Rand zu dünner ausfallen, auch da, wo sie übereinander liegen, mit Nägeln vernietet sind.

Dieser Kessel wird bis a a Fig. 72. mit Wasser angefüllt, und diese Wasserhöhe wird, sobald die Maschine in Thätigkeit ist, durch den Zufluß, den sie sich aus der **Speisungsröhre** b Fig. 71. 72 und 78 selbst verschaft, stets gleichförmig erhalten. Hiezu dienen zwei hohle metallne Kugeln c c Fig. 72. welche durch ein Gatter mit einem eisernen Stabe verbunden sind, der durch die Speisungsröhre geht. Der aus der Röhre hervorragende Theil, ist an dem Ende einer horizontal liegenden eisernen Stange d Fig. 72. die in ihrer Mitte unterstützt ist, befestigt, und am andern Ende der Stange, befindet sich ein Dekkelventil, welches in einem viereckigten Behälter e von Gußeisen liegt, und auf die im Boden des Behälters befindliche Oeffnung der Röhre f paßt. Ist genugsames Wasser im Kessel, so heben die schwimmenden Kugeln den Arm des Hebels d in die Höhe, und drücken das vorhin erwähnte Deckelventil am andern Arme auf die Oeffnung der Röhre, wodurch dem im Behälter befindlichen Wasser, der Zufluß zum Kessel abgeschnitten wird. Hat aber die Wasserhöhe durch die Verdampfung abgenommen, so sinken die Kugeln im Kessel, und eröfnen die Röhre im Behälter, aus welchem sodann von dem darinn vorhandenen Wasser der Kessel Zufluß bekömmt.

Tafel XXIV. Fig. 71. Fig. 72. Tafel XXVII. Fig. 78.

Damit bei einer zu großen Elastizität der Dämpfe, kein Zersprengen des Dampfkessels entstehe, dient das **Nothventil** g Fig. 71 und 72. Es ist von Messing sehr genau gearbeitet, und paßt in einen ebenfalls genau geschliffenen Ring. Es kann durch ein Seil geöfnet werden, welches so über eine Rolle geschlagen ist, Fig. 79. daß es sich durch sein eigenes Gewicht verschließen kann.

Tafel XXVIII. Fig. 79.

Um bei der Reinigung des Kessels das Wasser aus demselben ganz abzulassen, dient eine runde Oeffnung h Fig. 72. im Boden des Kessels. Diese Oefnung ist durch einen eisernen Stöpsel, der von innen hineingesteckt wird, verschlossen. Soll das Wasser aus dem Kessel abgelassen werden, so wird der Stöpsel in den Kessel von außen hineingetrieben, wo sodann das Wasser durch eine in der Kesselmauer befindliche Oefnung abfließen kann.

Will man den Kessel von dem Schlamme und Pfannensteine befreien, welcher sich durch die Verdunstung des Wassers, immer mehr und mehr anhäuft, so dient dazu in dem Gewölbe oder Deckel des Kessels eine Oefnung, welche mit

Tafel XXIV. Fig. 71. mit einem Deckel i Fig. 71. verschlossen ist, durch welche ein Arbeiter in den Kessel hineinsteigt. Der Deckel ist durch Schrauben befestigt, und durch einen, zwischen den Kessel und Deckel gelegten bleiernen Ring und mittelst eines Kitts hinlänglich dampfdicht verschlossen. Auch wird durch dieses Loch der Kessel zuerst mit Wasser angefüllt.

Der Dampf-Kessel **A** ist in einen **Ofen** B eingemauert, dessen Heerd und übrige Einrichtung aus Fig. 72, nach dem Durchschnitt und aus Fig. 71 und 79 nach der äußern Ansicht deutlich zu ersehen ist. Der Rost des Heerdes ist von Stäben aus Gußeisen, von dreieckigt prismatischer Form; unter demselben ist ein erweiterter Kanal zum Luftzuge, wie Figur 72 zeigt, angebracht, durch welchen zugleich die Asche vom Brennmaterial heraus genommen wird. Fig. 72.

Damit das Feuer seine Wärme desto vollständiger dem Wasser im Kessel mittheilen könne, geht eine Zugröhre k k Fig. 72. um den Kessel herum. An der Stelle, wo diese Zugröhre in den Schornstein C Fig. 71. tritt, ist ein Schieber angebracht, durch dessen Herablassung eine schnelle Verminderung der Hitze bewirkt werden kann. Die Konstrukzion des Schornsteins ist aus der Zeichnung deutlich zu ersehen.

Tafel XXVI. Fig. 77. Tafel XXVIII. Fig. 79. Tafel XXVI. Fig. 76. Aus dem Kessel A, worin das Wasser zum Kochen gebracht und darin erhalten wird, steigen die Dämpfe durch die Röhre D Fig. 71. 77 und 79. die von Gußeisen ist, in den Dampfbehälter E Fig. 71. 76. und aus diesem bei geöfnetem Ventile x Fig. 76. durch die Röhre F und den Kanal G in den großen Cylinder I. Wie diese Röhren zusammenhängen und zusammengesetzt sind, ist aus den Abbildungen Tafel XXVI und XXVIII. am besten zu ersehen.

In der Röhre F Fig. 76. unter dem Dampfbehälter, befinden sich zwei Ventile x und y, welche von Messing sehr genau konisch gearbeitet und an ihren Seitenflächen, um dampfdicht zu schließen, polirt sind. Sie passen genau in die ebenfalls kegelförmig ausgeschliffenen Ringe, die unten mit Stegen versehen sind, durch welche Stiele von den Ventilen gehen, damit diese beim Senken und Heben, in ihrer Lage bleiben und nicht verrückt werden. Sie hängen an gabelförmigen Eisen, welche durch die Arme l und m mit den Bewegungsaxen der Ventile n und o verbunden sind. Die Axen gehen mit dem einen Ende in eine Vertiefung der Wand der Röhre F, und mit dem andern durch die gegenüberstehende Wand. An den aus der Wand hervorragenden Enden der Axen sind die Arme p und q angebracht. Figur 76 und 78. Tafel XXVII. Fig. 78.

Mit

Mit dem Arme p ist die Zugstange r verbunden, die mit dem andern Ende an dem Winkelhebel s befestigt ist. Das Gewicht, welches sich an diesem rückwärts verlängerten Arme befindet, dient das schnellere Verschließen des Ventils zu bewirken. Der andere Arm des Hebels s ist mit der horizontal liegenden eisernen Stange t verbunden, welche am andern Ende mit einer beweglichen Zahnung versehen ist, vor welcher sich eine Stellschraube befindet, um dadurch die Hebung des Ventils x zu vermehren oder zu vermindern. In die Zahnung der Stange greift ein Stirnrad u, welches an der Axe v des Hebelarms w befestiget ist.

Wird der Steurungs-Arm w durch einen hölzernen Nagel, der in den Lehrbaum k gesteckt worden, beim Heruntergehen desselben niedergedrückt, so sieht man ein, wie das Ventil x geöfnet wird und damit das Ventil y sich in demselben Augenblicke öfne, wenn das Ventil x verschlossen wird, so ist folgende Vorrichtung getroffen: an der mit einem großen Gewichte π beschwerten beweglichen Stange α ist eine Zugstange β, die mit dem Hebel γ in Verbindung steht. Wird der Arm des Hebels γ von einem in Steurungsbaume befindlichen Nagel niederwärts gedrückt, so wird durch die Zugstange β die horizontal liegende Stange mit dem Gewichte π an dem einen Ende in die Höhe gehoben. Dies Ende der Stange α verläßt den Arm q, und das Ventil y verschließt sich durch seine eigene Schwere, und durch den Druck der zuströmenden Dämpfe, indem sich das Ventil x öfnet. Damit nun das Ventil y so lange verschlossen bleibe, als das Ventil x offen ist, dient der Haken δ, auf welchen, die nach unten gebogene Spitze des Hebels γ fällt, und hier so lange ruhet, bis beim Heraufgehen des Steurungsbaumes ein zweiter Nagel den Arm w in die Höhe hebt, wo denn durch einen Drücker ε Figur 80, der an der Axe dieses Arms w Figur 76. angebracht ist, ein an der beweglichen Axe des Hakens δ befindlicher gebogener Arm, herunter gedrückt, und der Haken zurückgeschoben wird. Das Gewicht π fällt alsdann herunter, und die Stange α drückt den Arm q nieder, wodurch das Ventil y geöfnet wird. Tafel XXVIII. Fig. 80. Tafel XXVI. Fig. 76.

Der große **Cylinder** l Fig. 76. ist von Gußeisen, inwendig sehr genau ausgeschliffen, und steht senkrecht auf den Balken λ λ. Der Boden des Cylinders ist mit diesem nicht aus einem Stücke gegossen, sondern wird durch Schrauben auf folgende Weise daran befestiget: auf die vorher erwähnten Balken λ λ wird eine Platte μ von Gußeisen gelegt und mit vier großen Schraubebolzen daran befestigt; auf diese Platte kommt ein $\frac{1}{4}$ Zoll starker bleierner Ring, worauf denn der Boden des Cylinders, in welchem der Kanal G befindlich ist, ge

 lagert.

lagert wird. Zwischen den Boden und dem Cylinder selbst, wird noch ein dünner bleierner Ring gelegt, und dann der hervorstehende Rand des Cylinders, durch Schrauben auf die untere Platte μ befestiget. Der innere Durchmesser dieses Cylinders ist $24\frac{1}{2}$ Zoll, und die Höhe desselben beträgt $7\frac{1}{2}$ Fuß (engl.)

In den oben offenen Cylinder paßt genau der aus Gußeisen verfertigte **Kolben** H Figur 76, dessen hervorstehender Rand an der Seitenfläche, genau abgedrehet und polirt ist. Ueber diesem hervorstehenden Rande liegt die Hanfliederung des Kolbens, damit er durch deren Hülfe desto dampfdichter anschließe. Auf dem Kolben befindet sich ein Kranz von Gußeisen, welcher mittelst Schrauben an demselben befestiget ist, und dazu dient, die Hanfliederung fester zusammen zu pressen, wenn diese abgenuzt und zu locker wird. In dem Kolben, welcher oben 3 Handhaben hat, ist eine kleine Oeffnung, die durch einen Stöpsel verschlossen werden kann, und deren Nutzen weiter unten gezeigt wird.

L ist die Kolbenstange, welche dadurch an dem Kolben befestiget ist, daß dieser konisch durchbohrt und das ebenfalls konische Ende der Kolbenstange, genau
Tafel XXIV. in die Oefnung des Kolbens paßt. Das obere Ende der Kolbenstange ist an
Fig. 73. zwei neben einander liegenden Ketten ρ befestiget, deren Glieder nach Art der
Fig. 74. Tafel XXV. Uhrketten gearbeitet und Fig. 73. 74. abgebildet sind. Die Enden dieser Ketten sind durch Schrauben an dem Balancier M Fig. 76. befestiget, dessen Kon-
Fig. 75. Tafel XXVI. strukzion aus der Zeichnung Taf. XXV. Fig. 75. zu ersehen ist.

Fig. 76. N Fig. 76. ist die Kondensator-Röhre, durch welche der Dampf bey geöfnetem Ventile y in den **Kondensator** O treten kann.

Tafel XXIV. Der Kondensator steht in dem hölzernen ganz mit kaltem Wasser angefüll-
Fig. 71. ten Behälter P P, dem sogenannten Reservoir.

Tafel XXVII. Am Kondensator O befinden sich zwei Röhren, die obere σ Figur 71. 78.
Fig. 78. Tafel 80. ist nach unten gebogen, und wird durch ein Ventil z Fig. 80. verschlossen,
XXVIII. welches aus doppeltem Leder, mit einer dazwischen gelegten eisernen Platte be-
Fig. 46. steht, und an der diagonaliter durch das Reservoir gehenden Stange τ Fig. 78. 80. mittelst einer Schraube befestigt ist. Das Oefnen und Verschließen der Röhre σ geschieht stets gleichzeitig, mit dem Heben und Sinken des Ventils y, wozu folgende Vorrichtung dient. Die vorhin erwähnte Stange τ ist in der Mitte durch eine Gaffel unterstützt, und wird von einem Nagel gehalten, so daß sie nicht aus ihrer Lage weichen kann, das Ende der Stange steht mit der Stange Φ Fig. 76 und 78. in Verbindung, welche mit einer beweglichen Zahnung versehen ist, vor welcher sich eine Stellschraube befindet. In diese Zahnung der Stange Φ greift ein Stirnrad ψ in der Bewegungs-Axe des Hebels

γ; fällt dieser durch den oben beschriebenen Mechanismus von dem Haken herunter, und drückt das Gewicht π das Ventil y auf, so wird auch zugleich das Ventil z geöfnet. Beim Oefnen der Röhre σ, dringt das kalte Wasser in den Kondensator, zersetzt die ihm daselbst begegnenden Dämpfe durch Abkühlung, und verwandelt sie in Wasser.

Die zweite untere Röhre a' Fig. 78. 80, welche durch die Wand des Reservoirs geht, und deren nach oben gekrümmtes Ende in einem besondern Wasserbehälter Q liegt, ist durch ein konisches Deckelventil b' verschlossen, und dient dazu, die Luft und das Wasser, welche sich in dem Kondensator sammeln, wenn die Maschine eine Zeitlang stille gestanden, durch die in den Kondensator hineingelassenen Dämpfe hinaus zu treiben. Das Ventil b' wird durch die Elastizität der Dämpfe gehoben, und sinkt durch seine eigene Schwere.

Durch den unten am Kondensator befindlichen Kanal R Fig. 76 und 78. fließt das durch die niedergeschlagenen Dämpfe und durch die Einspritzung in den Kondensator entstandene warme Wasser, der sogenannten **Luftpumpe** S zu. Tafel XXVI. Fig. 76.
Mitten in dem Kanale R liegt ein messingenes Klappenventil c' Fig. 76, welches beim Heruntergehen des Luftpumpenkolbens d' den Zurücktritt des Wassers in den Kondensator verhindert.

Das Luftpumpenrohr S, welches ebenfalls im großen Reservoir steht, ist oben durch einen Deckel verschlossen, damit das Wasser, welches die Pumpe hebt, nicht in das Reservoir fließe. Durch die Mitte des Deckels geht die eiserne Tafel XXVII.
Kolbenstange e' Fig. 76 und 78, welche unten am Steurungsbaume K befestigt Fig. 78.
ist. Das warme Wasser, welches von der Pumpe gehoben wird, findet seinen Tafel XXIV.
Abfluß durch den Kanal T Fig. 71 und 80., welcher sich in den Behälter U ergießt, von wo das Wasser ins Freie oder zum Gerinne der Schachtpumpe geleitet wird. Fig. 71.
Der Kolben d' Fig. 76. der Luftpumpe, ist ein gewöhnlicher Saugkolben mit zwei Oefnungen, worauf zwei Klappenventile liegen, die sich nach oben zu öfnen.

Indem das warme Wasser durch den Kanal T dem Behälter U zu fließt, hebt die **Warmwasserpumpe** V Fig. 80. warmes Wasser in den Behälter f', aus welchem das zur Speisung des Kessels nöthige Wasser durch die Röhre g' Tafel XXVIII.
Fig. 79 und 80. in den Behälter e fließt, und von hier durch die oben beschriebene Vorrichtung in den Kessel. Fig. 79. Fig. 80.
Das überflüssige durch die Warmwasserpumpe gehobene Wasser fließt durch die Röhre h' aus dem Behälter f' ins Freie. Aus diesem Behälter wird auch etwas warmes Wasser durch eine blecherne Röhre, die mit einem Krahne versehen ist, auf den Kolben des großen

Cylinders

Cylinders gelassen, und dient mit Talg vermischt zur Schmiere des Kolbens; auch wird dadurch das Eindringen der Luft in den Cylinder verhindert. Die Kolbenstange der Warmwasserpumpe hängt an dem Balancier, dem Steurungsbaume zur Seite, an Ketten.

Tafel XXV. Fig. 71. Tafel XXVII. Fig. 77. Um das Reservoir P P beständig mit kaltem Wasser zu versorgen, welches zum Verdichten der Dämpfe nothwendig ist, dient die sogenannte **Injections-Pumpe** W Fig. 75 und 77, welche aus dem Behälter X, der durch die Rinne k' von dem gefördertem Grubenwasser Zufluß erhält, das Wasser in den Behälter Y hebt, aus welchem es durch die Rinne l', welche bis auf den Boden des Reservoirs reicht, in diesen fließt. Die Kolbenstange dieser Pumpe hängt an demselben Arme des Wagebaums in Ketten, an welchem auch das Gestänge der Schachtpumpe Z befindlich ist. Das Rohr dieser Pumpe ist von Gußeisen und aus mehrern einzelnen Röhren, wovon jede 9 Fuß lang ist, und 13 Zoll engl. im Durchmesser hat, zusammengesetzt. Die übrige Einrichtung sowohl der Schacht- als auch der Injections-Pumpe, ist die einer gewöhnlichen Saugpumpe, und bedarf keiner weitern Beschreibung.

Die Kolbenstange dieser Pumpe ist durch eine Kette am Gegengewichtsgatter m' befestigt. Das Gegengewicht in diesem Gatter, besteht aus mehrern über einander geschichteten schweren Platten von Gußeisen, wodurch mit dem Kunst- und Schacht-Gestänge und dem Gestänge der Injections-Pumpe, an diesem Arme des Wagebaums, eine Ueberwucht entstehet, durch welche der Wagebaum niedergezogen, und der andere Arm, mit dem Kolbenstangen des großen Cylinders und dem Steurungsbaume, in die Höhe gehoben wird, wenn die unter den Kolben getretenen Dämpfe, durch ihre Elasticität, dem Drucke der Luft entgegen wirken.

Tafel XXIV. Fig. 72. Es wird nun leicht seyn, den Gang der Maschine, wenn sie in Thätigkeit gesetzt wird, einzusehen. Erst wird der Kessel A Fig. 72. bis zur gehörigen Höhe a a mit Wasser angefüllt, und dies durch das auf dem Heerde des Ofens angezündete Feuer zum Kochen gebracht. Ehe dies geschieht, wird der Stöpsel aus dem Kolben des Cylinders herausgehoben. Es strömt nun die Luft aus dem Kessel durch die Röhre D Fig. 79. in den Dampfbehälter E Fig. 76. bei geöfnetem Ventile x, und von da durch den Kanal G in den großen Cylinder, und fährt mit Geräusch durch die kleine Oeffnung des Kolbens. Die ersten Dämpfe, worin das Wasser durch die Hitze verwandelt wird, nehmen ihren Ausweg durch die Oefnung im Kolben, und erwärmen die Röhren und den Cylinder mit dem Kolben hinlänglich. Wenn das Wasser im Kessel kocht, und hin-

Tafel XXVIII. Fig. 79. Tafel XXVI. Fig. 76.

hinlängliche Dämpfe vorhanden sind, wird der Stöpsel in die Oefnung im Kolben eingesteckt, und von einem Arbeiter der Arm q des Ventils y heruntergedrückt, wo alsdann die Dämpfe bei geöfnetem Ventile y auch durch die Kondensator-Röhre N in den Kondensator O treten, und die darin befindliche Luft und das hineingedrungene Wasser durch die Röhre a' Figur 80, deren Ventil b' sich hebt, hinaustreiben. Bemerkt man, daß die Luft und das Wasser aus dem Kondensator hinausgetrieben sind, so läßt der Arbeiter das Ventil y Fig. 76. sich wieder schließen, und man eilt durch Aufheben des Steurungs-Armes w das Ventil x zu verschließen, und die Ventile y und z Fig. 80. zu öfnen, welches durch die oben beschriebene Vorrichtung der Steurung in demselben Augenblicke geschieht, welchen die Zeichnung darstellt. Den Dämpfen im Kessel ist jetzt der Zutritt durch das verschlossene Ventil x Fig. 76. zum Cylinder abgeschnitten, und die Dämpfe im großen Cylinder haben nun bei geöfnetem Ventil y, Verbindung mit dem Kondensator, in welchen sie hineintreten, aber sogleich bei ihrem Eintritte durch das einspritzende kalte Wasser aus dem Reservoir, durch das geöffnete Ventil z Fig. 80. ihrer Expansibilität beraubt werden, wodurch im großen Cylinder, wenn gleich nicht ein vollkommen luft- und dampfleerer, doch ein sehr verdünnter Raum entstehet, so daß der Kolben durch die atmosphärische Luft, mit einem bedeutenden Ueberschusse an Kraft, in den Cylinder getrieben wird. Durch diesen Druck der Atmosphäre wird die Ueberwucht des andern Arms des Wagebaums überwältigt, und der Kolben geht im großen Cylinder nieder. So wie der Kolben des Cylinders niedergeht, geht auch der Steurungsbaum K Fig. 76. nieder. Ist der Kolben H und der Steurungsbaum bei seinem Niedergange bis zu einer gewissen Tiefe gelangt, so berühren, die in den letztern eingesteckten hölzernen Nägel die Arme der Bewegungsaxen der Steurungen; das Ventil y fällt zu, indem die Stange α mit ihrem Gewichte π aufgehoben, und dadurch, daß die gekrümmte Spitze des Hebels γ, auf den Haken δ fällt, eine Zeitlang in dieser Lage erhalten wird. Zugleich mit diesem Ventile wird auch das Einspritzventil z Fig. 80. verschlossen, indem das Stirnrad an der Bewegungsaxe des Hebels γ, die Zahnung der Stange ϕ herunterschiebt, und das auf der Stange τ befestigte Ventil z vor die Oefnung der Röhre σ drückt. Der Zutritt der Dämpfe in den Kondensator und das Einspritzen des Wassers in denselben, hört in demselben Augenblicke auf, da das Ventil x Fig. 76. geöfnet wird, und wieder neue Dämpfe aus dem Kessel unter den Kolben des großen Cylinders treten. Die Elastizität dieser Dämpfe macht nun, daß die Luft nicht mehr allein auf den Kolben drückt, und der Kolben nebst dem Steurungsbaume

Tafel XXVI. Fig. 76.

Tafel XXVIII. Fig. 80.

werden

werden durch die Dämpfe und die Ueberwucht am andern Arme des Balancier's, in die Höhe gehoben. Bey dem Heraufgehen des Steurungsbaums faßt ein Nagel, der in denselben gesteckt ist, den Arm w Fig. 76. und hebt ihn in die Höhe, wodurch das Ventil x verschlossen wird, dagegen y und z geöfnet werden, und das oben beschriebene Spiel der Maschine wiederholt wird.

Tafel XXVI. Fig. 76.

Um zu verhüten, daß bei dem Schwunge des Balancier's seine Arme nicht zu hoch gehoben werden, oder zu tief niedergehen, dienen starke eiserne Schienen, die durch die Bogenstücke am Ende seiner Arme durchgehen, und auf die Straßbäume o' Fig. 77. die das Zapfenlager des Wagebaums tragen, und zwischen welchen er schwingt, aufschlagen, und davon aufgehalten werden. Zur Verminderung der Erschütterung beim Aufschlagen sind 4 Zoll starke Hölzer durch Schraubbolzen auf den Straßbäumen befestiget, welche an dem einen Ende nicht auf den Straßbäumen aufliegen, und in der Zeichnung mit n' n' beschrieben sind.

Tafel XXVI. Fig. 77.

So wie nun durch den vorher beschriebenen Mechanismus der Kolben in dem großen Cylinder niedergedrückt wird, werden die Pumpenstangen am entgegengesetzten Arme des Wagebaums in die Höhe gezogen und der Kolben fördert das Wasser aus dem Sumpfe in den Satz p', aus welchem es durch ein Gerinne abfließt. Bey jedem Hube sinkt der Kolben der Schachtpumpe, deren Röhre 14 Zoll (engl.) im Durchmesser hat, 5 Fuß 8 Zoll hinunter, und hebt in einer Minute zwischen 16 und 17 mahl, wodurch also ungefähr 80 Cubicfuß Wasser in der Minute bei einer Wasserhöhe von 16 Fuß über die Saugkolben gefördert werden.

So ansehnlich dieser Effect ist, so ist auch der Kostenaufwand, welchen diese Maschine erfordert, bedeutend; denn bei den vielen Ventilen und kleinen Theilen an dieser Maschine, fallen so oft kleine Reparaturen vor, daß ein Mann dabei erforderlich ist, welcher die Maschine genau kennt, und die schadhaft gewordenen Theile zu ergänzen versteht. Außer einem solchen Manne werden noch drei Leute erfordert, ein Maschinenwärter, der abwechselnd mit dem Maschinenmeister auf die Steurung beim Gange der Maschine Acht giebt, die Maschine anläßt, und anhält, wenn es erfordert wird, und zwei Leute, welche die Feurung abwechselnd besorgen, wenn die Maschine Tag und Nacht im Gange ist.

Was aber diese Maschine besonders kostbar macht, ist das Brennmaterial, welches sie erfordert, denn zum Betriebe derselben werden bei Danzig 4 Klafter Torf, jedes 120 Cubicfuß rheinl. groß, in 24 Stunden erfordert. Dieser Torf

ist

ist freilich nicht der beste, ob er gleich ziemlich theuer zu stehen kommt, denn die Klafter kostet daselbst 3 Rthlr. 4 Gr.

Zur Uebersicht der gesammten Kosten, welche die Maschine in 4 Wochen erfordert, dient nachstehende Berechnung.

Der Maschinenmeister erhält monathlich	25 Rthlr.
Der Maschinenwärter	15 Rthlr.
Zwei Leute zur Besorgung der Feurung	30 Rthlr.
An Torf sind erforderlich 120 Klafter à Klafter 3 Rthlr. 4 Gr.	380 Rthlr.
An Sohlleder zu Kolben und Ventilen monathlich	8 Rthlr.
Für Schmiedearbeit	7 Rthlr.
Für Talg zur Schmiere	10 Rthlr.
Für Leinöhl, Bleiweiß, Leinwand, Flanel, Theer ꝛc.	3 Rthlr.
Summa	478 Rthlr.

Noch ist zu bemerken, daß diese Maschine auf dem Gleibitzer Hüttenwerke in Schlesien verfertiget ist, und da es hier nur die Absicht war, diese bei uns zum erstenmale bei einem Wasserbaue gebrauchte Dampfmaschine zu beschreiben, so wird in Absicht der übrigen Dampfmaschinen, auf das angeführte Pronysche Werk verwiesen.

Fortsetzung des Verzeichnisses von den angeführten Schriften.

J. Baader, vollständige Theorie der Saug- und Hebepumpen und Grundsätze zu ihrer vortheilhaften Anordnung. Bayreuth 1797. 4.

— — neue Vorschläge und Erfindungen zur Verbesserung der Wasserkünste beim Bergbau und Salinenwesen, m. 16 K. Bayreuth 1801. 4.

H. Calvör, historisch-chronologische Nachricht und Beschreibung des Maschinenwesens bei dem Bergbaue auf dem Oberharze. Braunschweig 1763. Fol.

J. A. Eytelwein, Vergleichung der in den Königl. Preußischen Staaten eingeführten Maaße und Gewichte. Berlin 1799. 4.

D. Gilly, über Erfindung, Construction und Vortheile der Bohlendächer, mit 9 Kupf. Berlin 1797.

W. J. G. Karsten, Lehrbegriff der gesammten Mathematik, 6ter Theil. Greifswalde 1771. 8.

K. C. Langsdorf, Lehrbuch der Hydraulik. Altenburg 1794. 4.

— — Handbuch der Maschinenlehre, 1. Band. Altenburg 1797. 4.

J. Leupold, Theatrum Machinarum Hydraulicarum, Tom. I. Leipzig 1724. Fol.

Nieuwe Verhandelingen van het Bataaffche Genootfchap te Rotterdam, 1. Deel te Amfterdam 1800. 4.

J. *Polley*, Theatrum Machinarum univerfale, II. Deel. Amfterdam 1737. Fol.

v. Prony, neue Architektura Hydraulika, 1. Theil. 2. Band, aus d. Französischen v. K. C. Langsdorf. Frankfurth am Mayn 1795. 4.

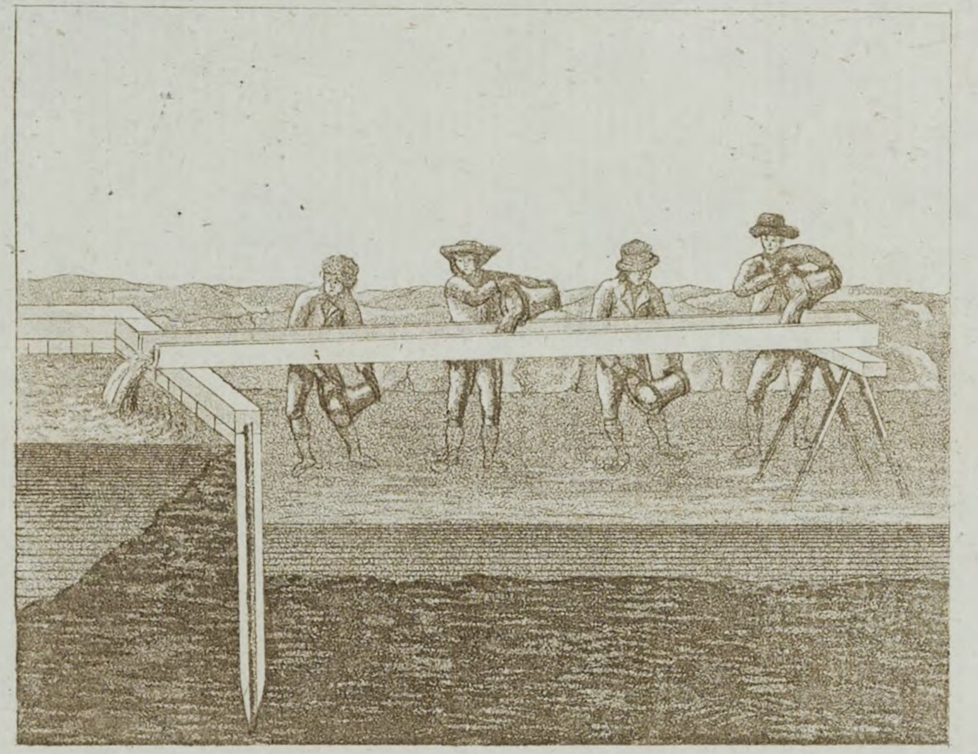
A. v. Ramellus, Schatzkammer mechanischer Künste. Leipzig 1620. Fol.

J. van *Zyl*, Theatrum Machinarum univerfale, II. Deel. Amfterdam 1761. Fol.

Ende des zweiten Hefts.

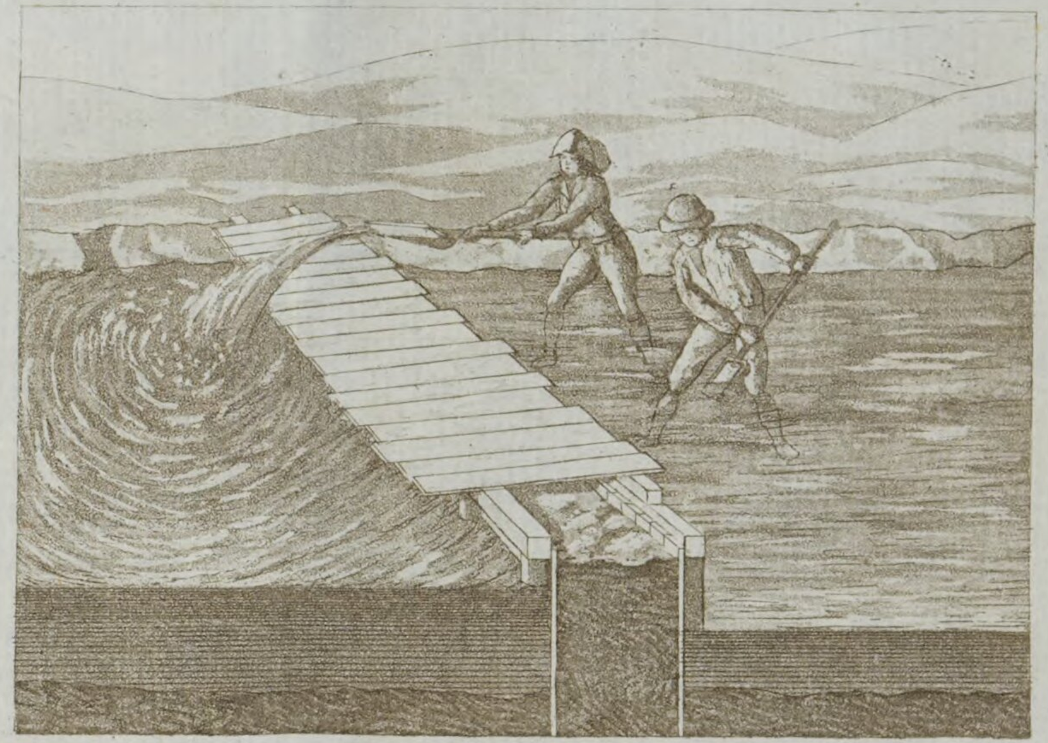
Tafel XV

1.

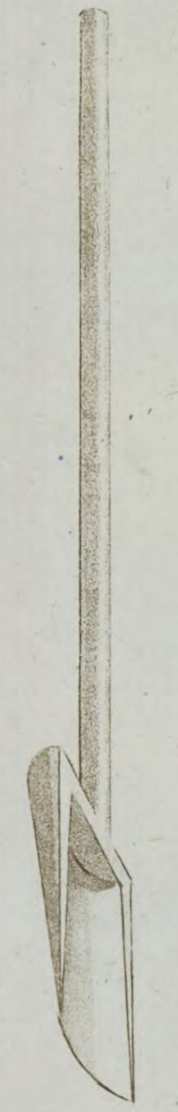


2.

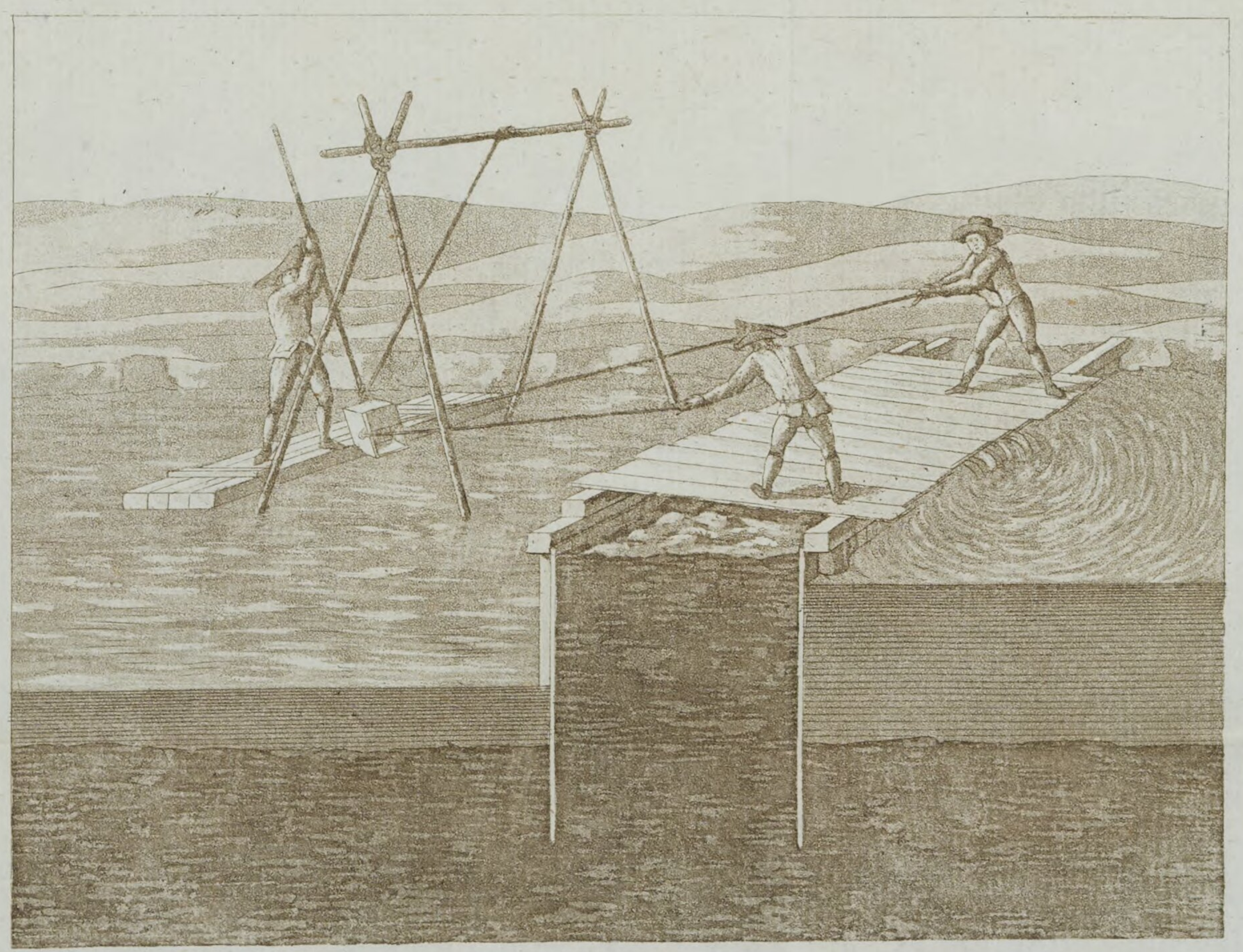
4.



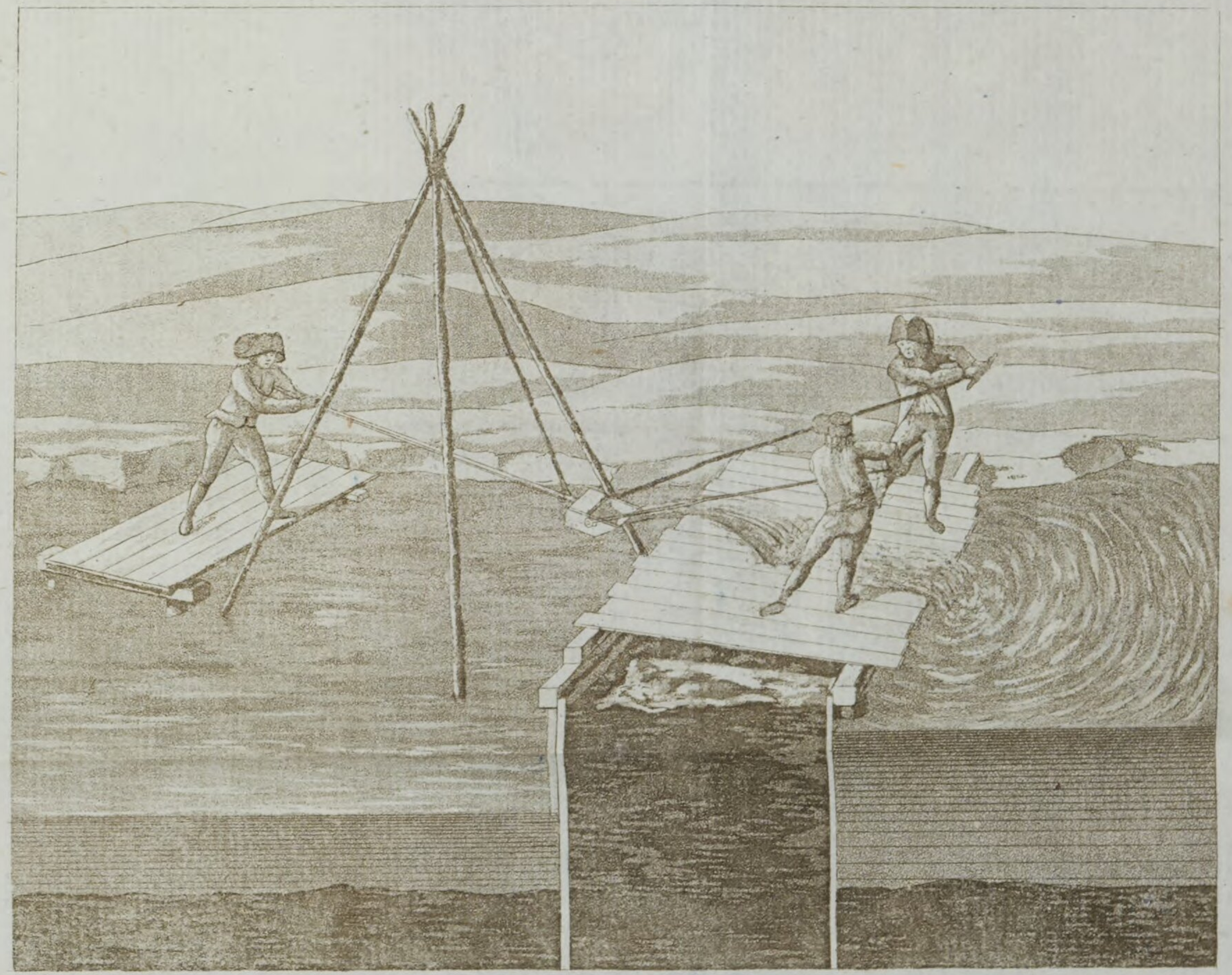
3.



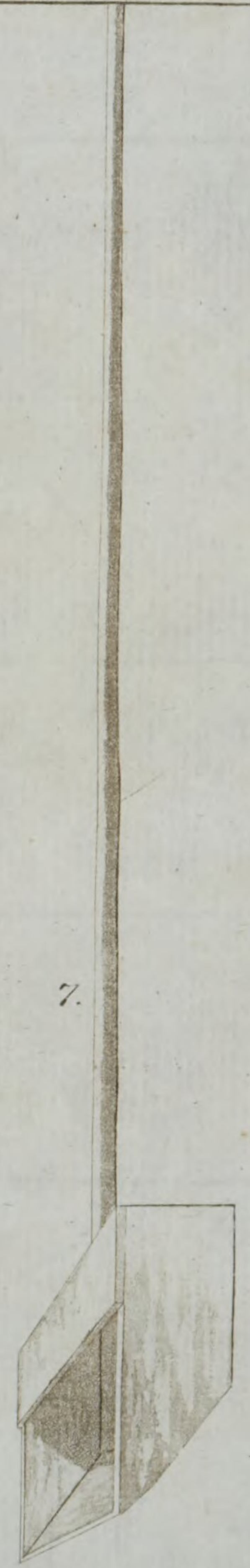
5.



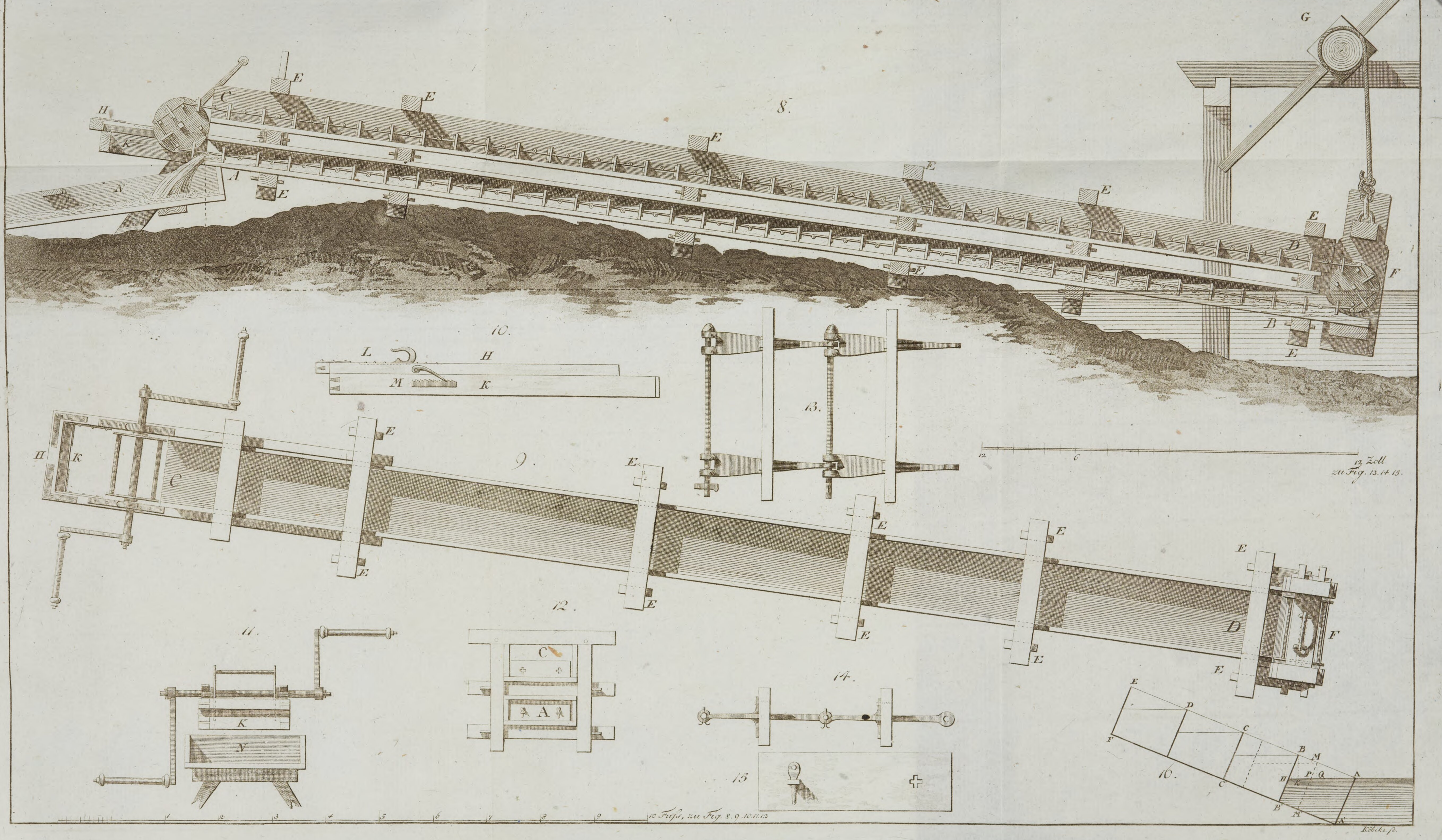
6.

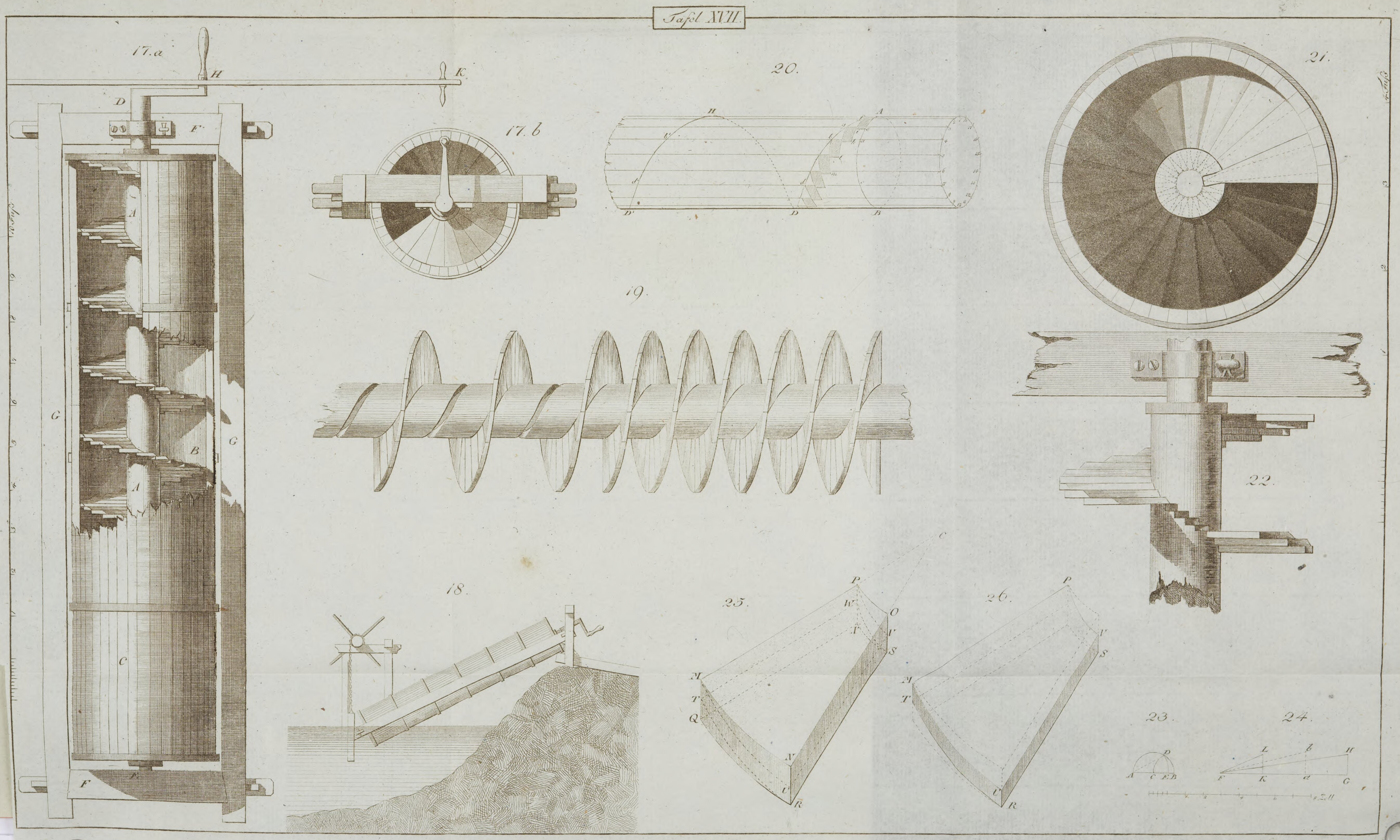


7.

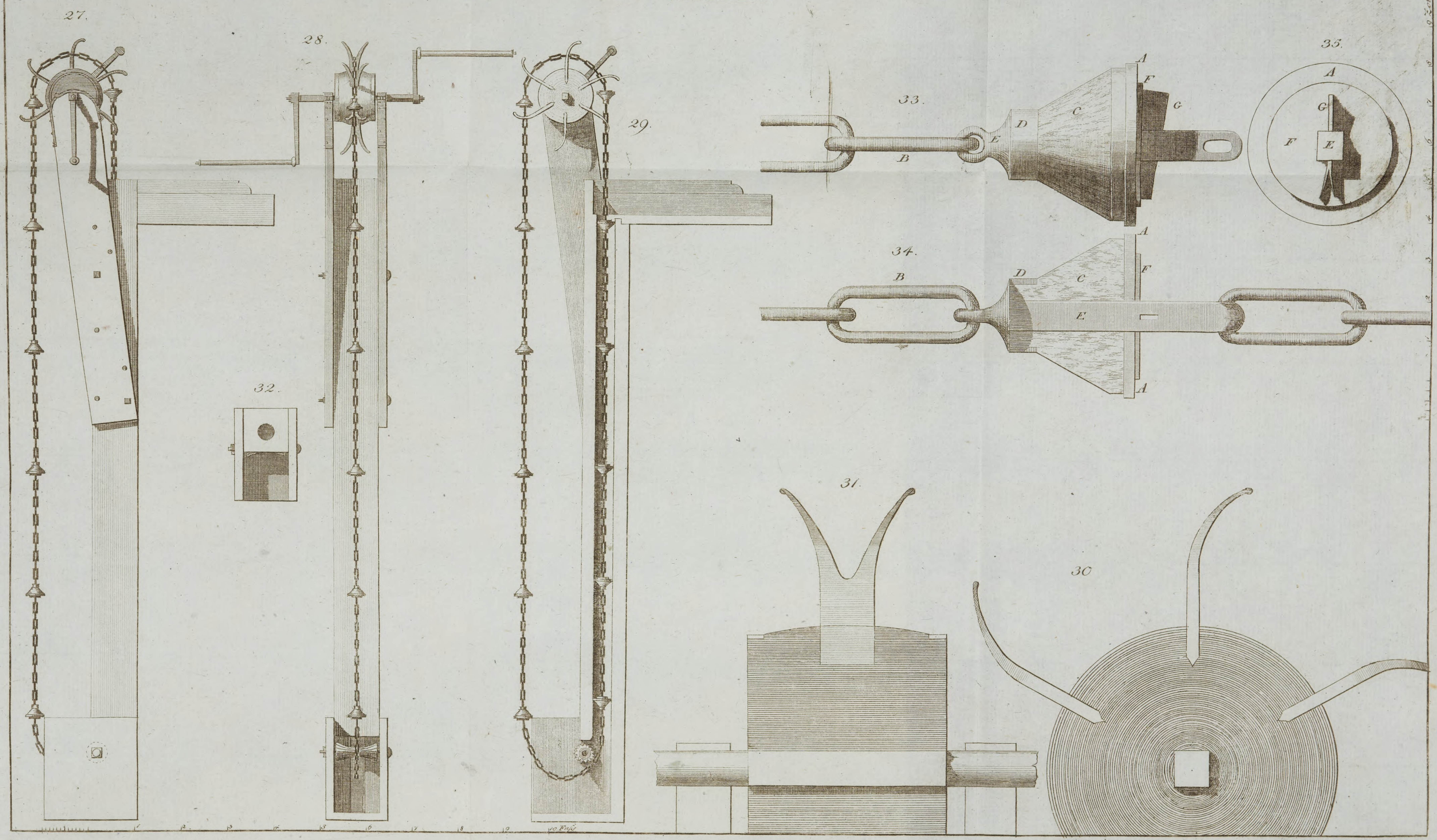


Tafel XVI.

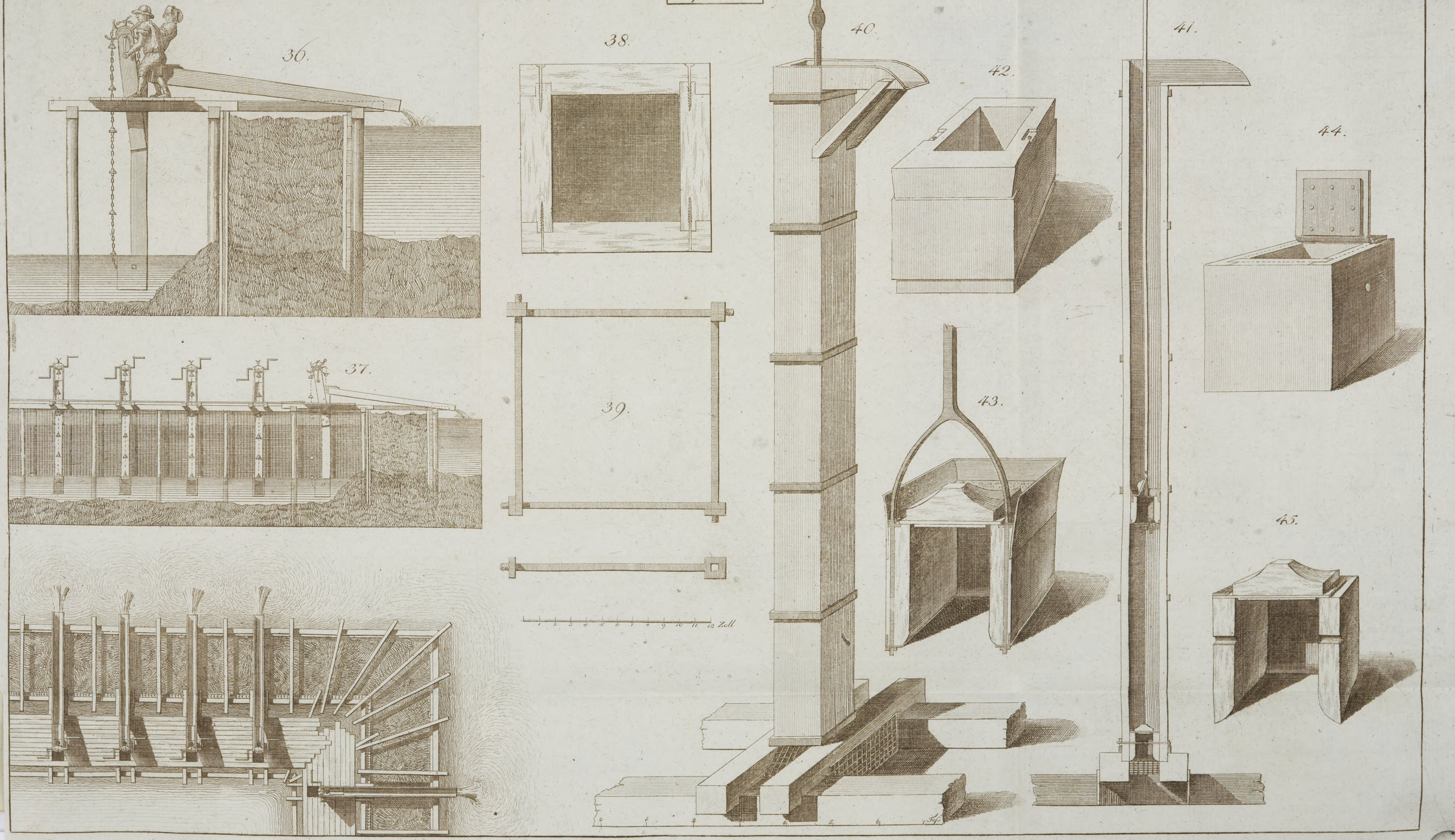

8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15
16.
12 Zoll zu Fig. 13. 14. 15.
10 Fuss, zu Fig. 8. 9. 10. 11. 12.


Tafel XVII.
17. a
17. b
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.

Tafel XVIII

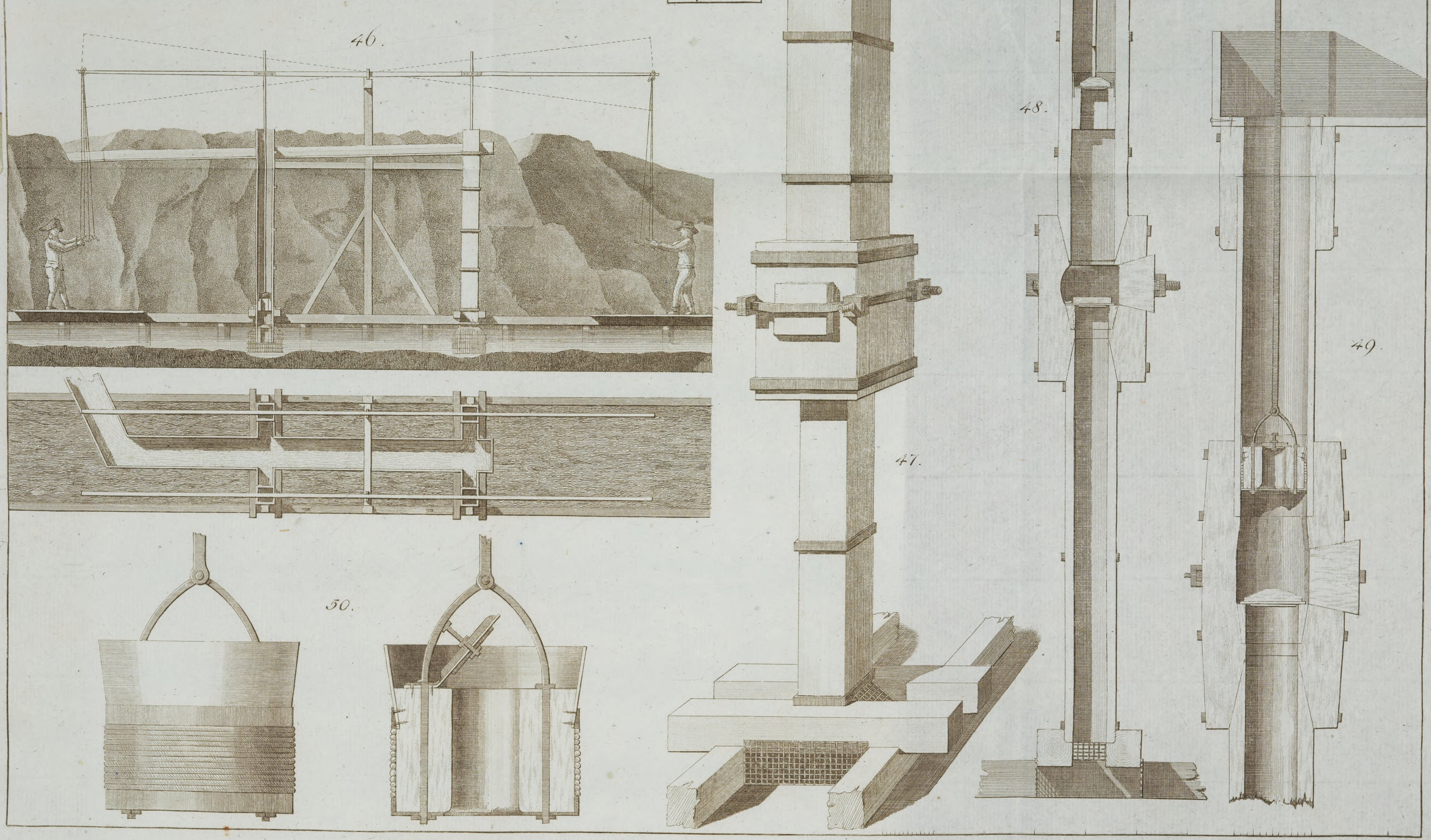


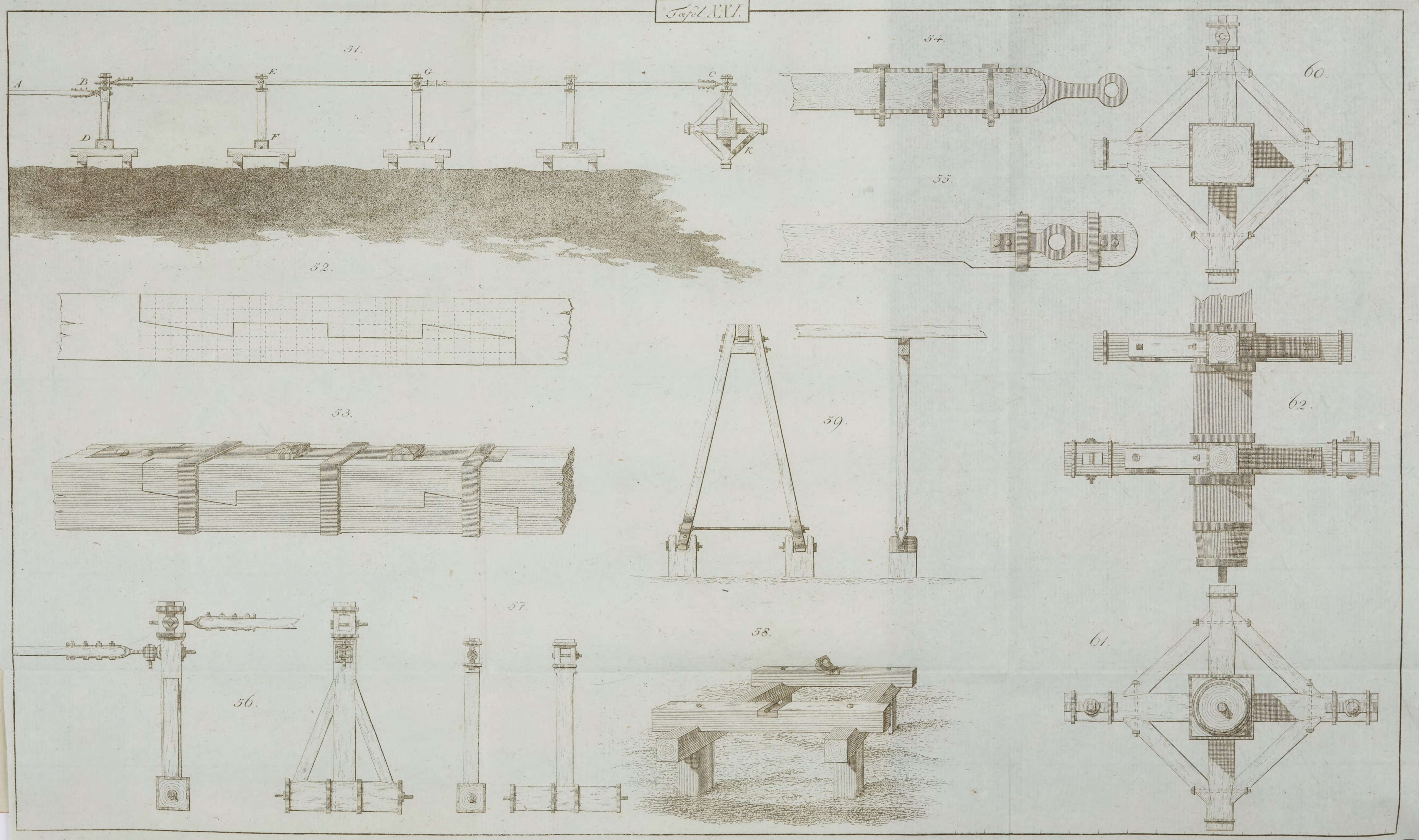
Tafel XIX.

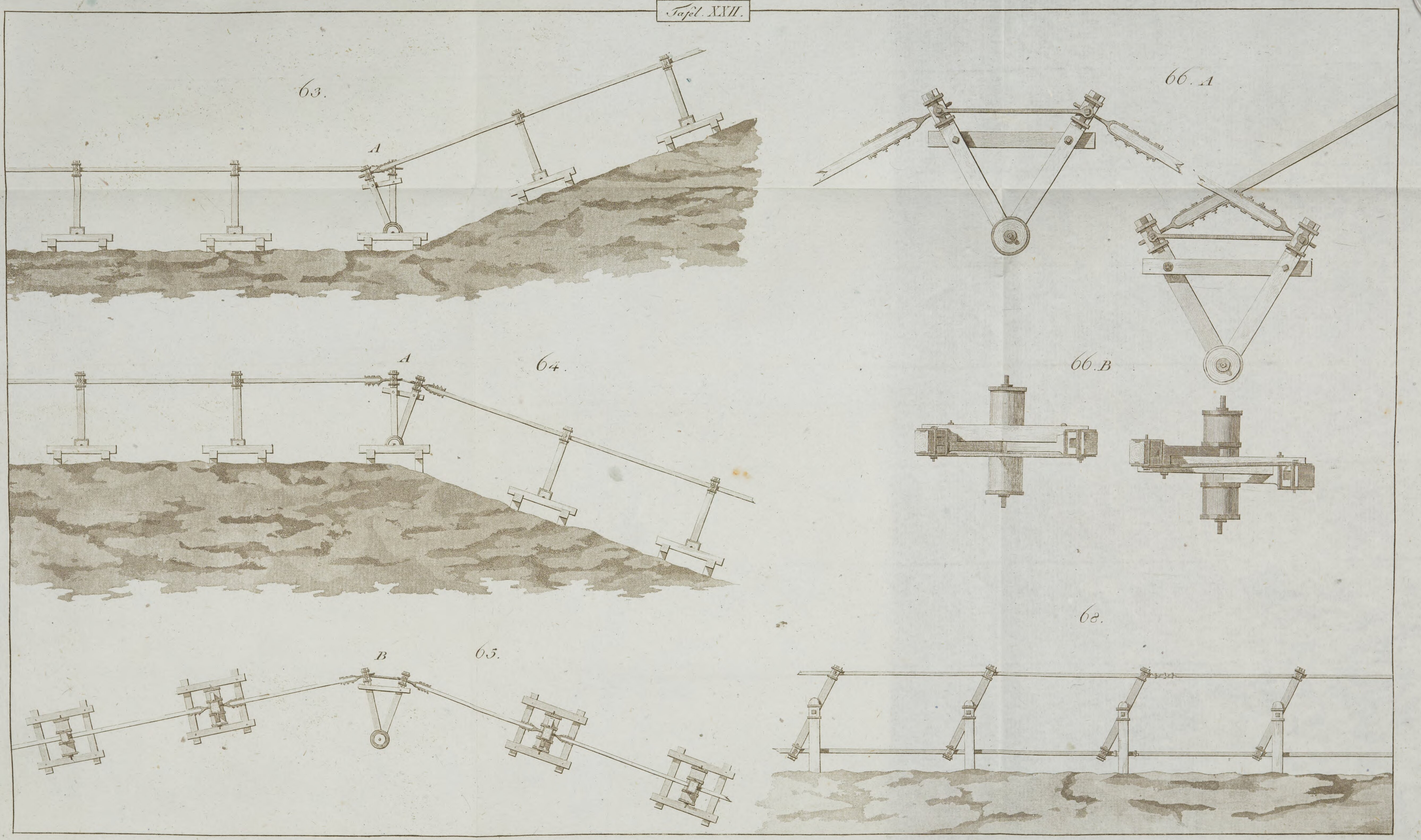


81

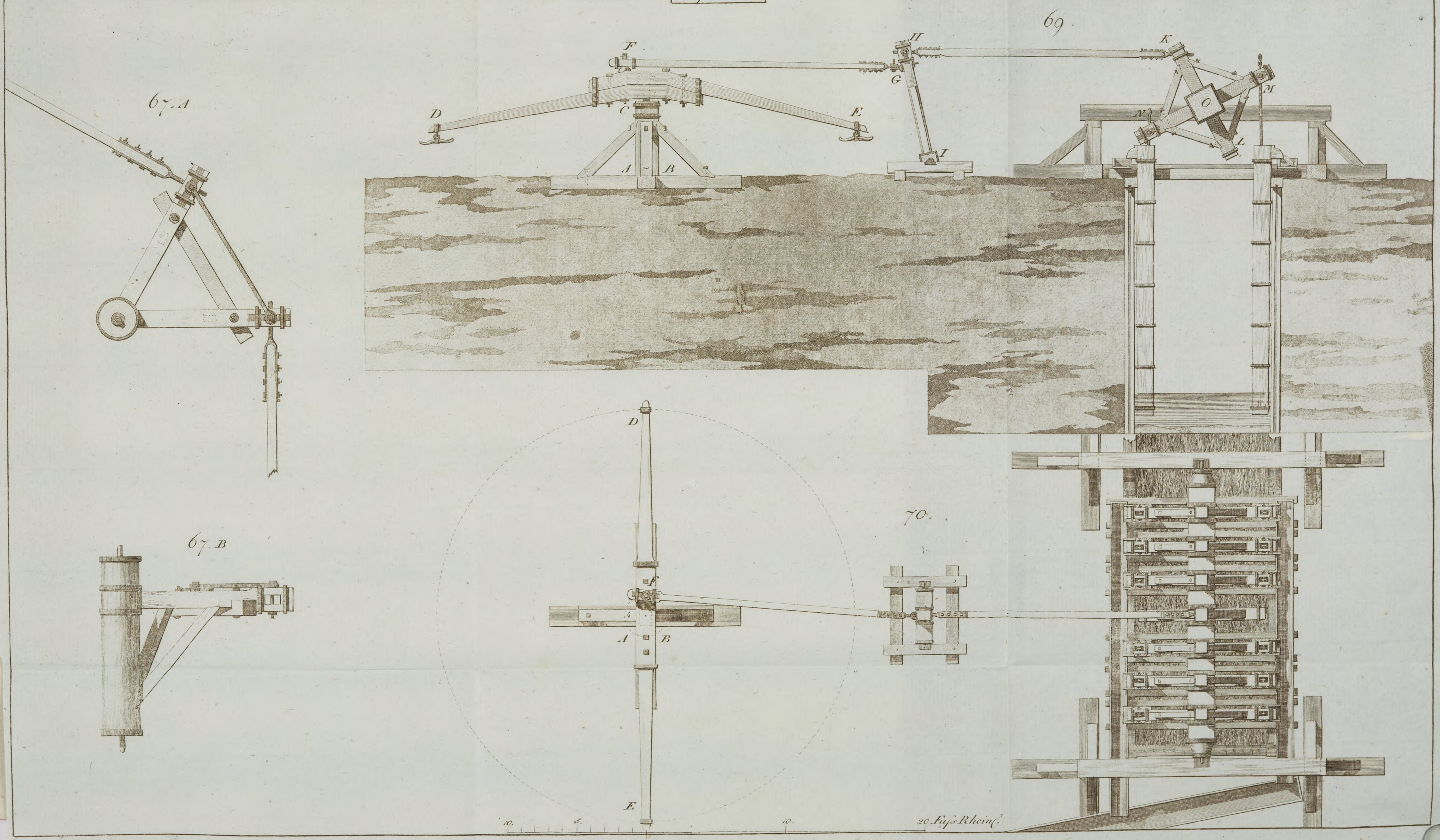
Tafel. XX.



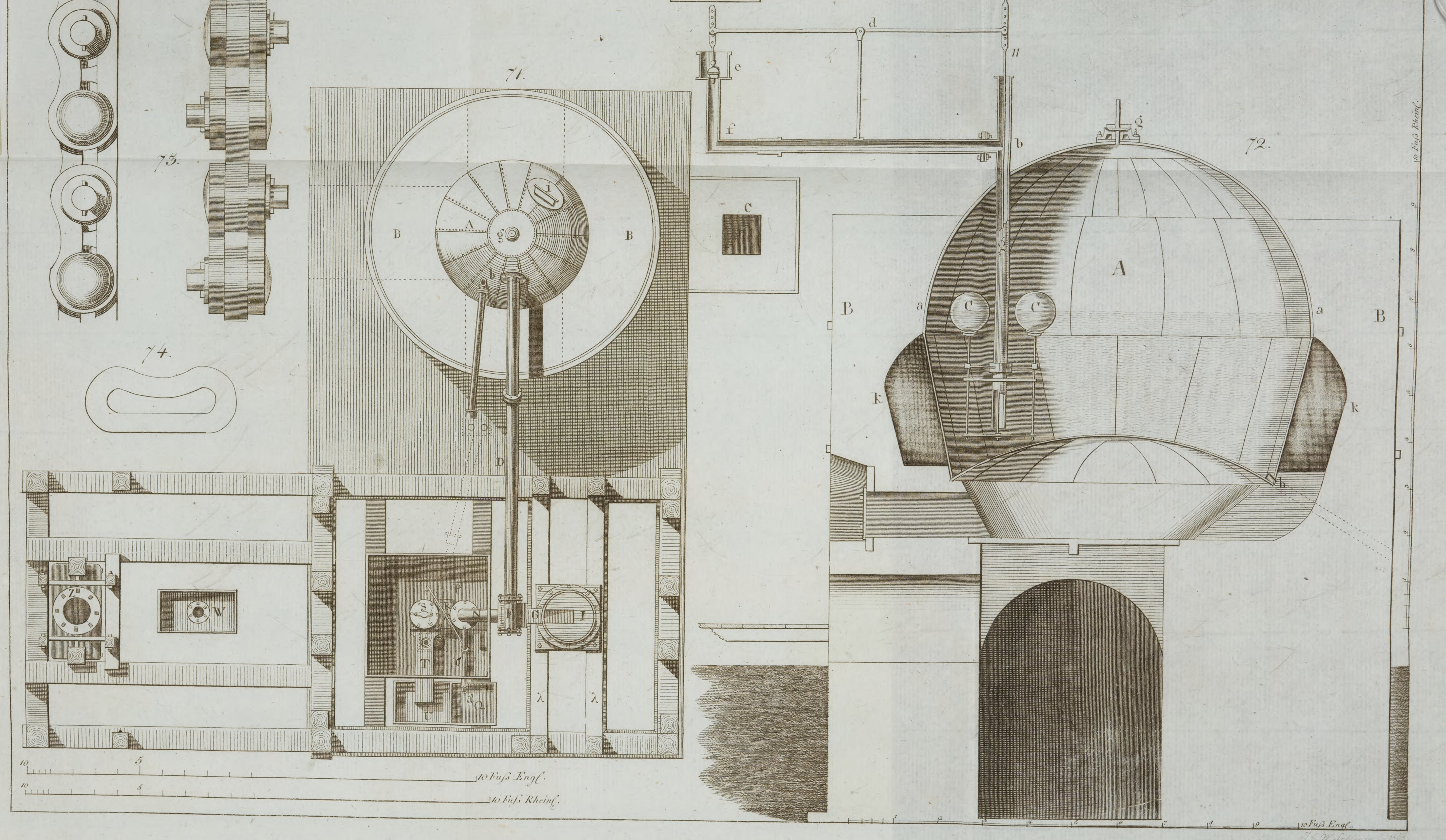

Tafel XXI.
51.
A
B
C
D
E
F
G
H
K
52.
53.
54.
55.
56.
57.
58.
59.
60.
61.
62.


Tafel. XXII.
63.
A
64.
A
65.
B
66. A
66. B
68.

Tafel XXIII.

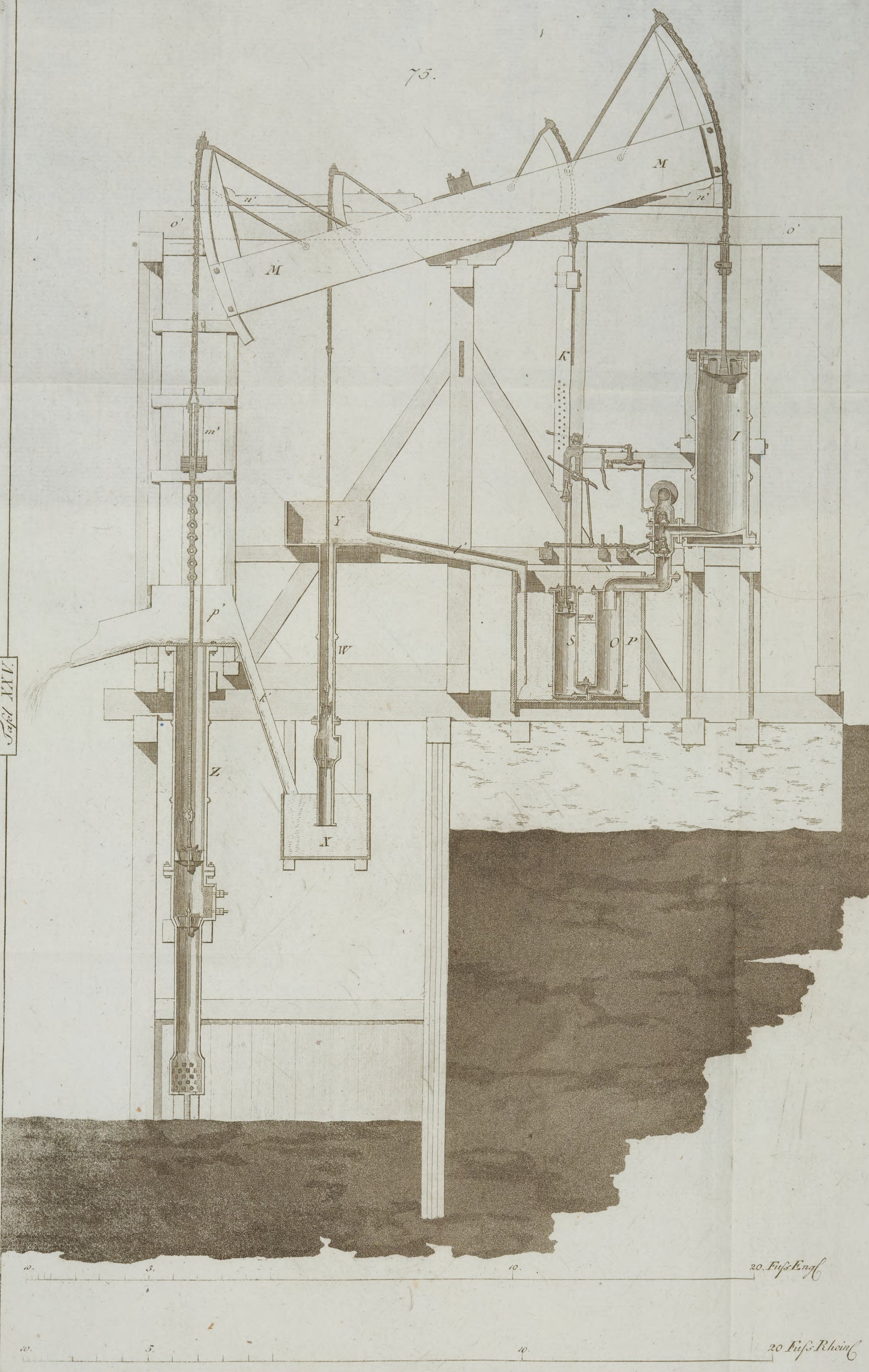


Tafel XXIV.

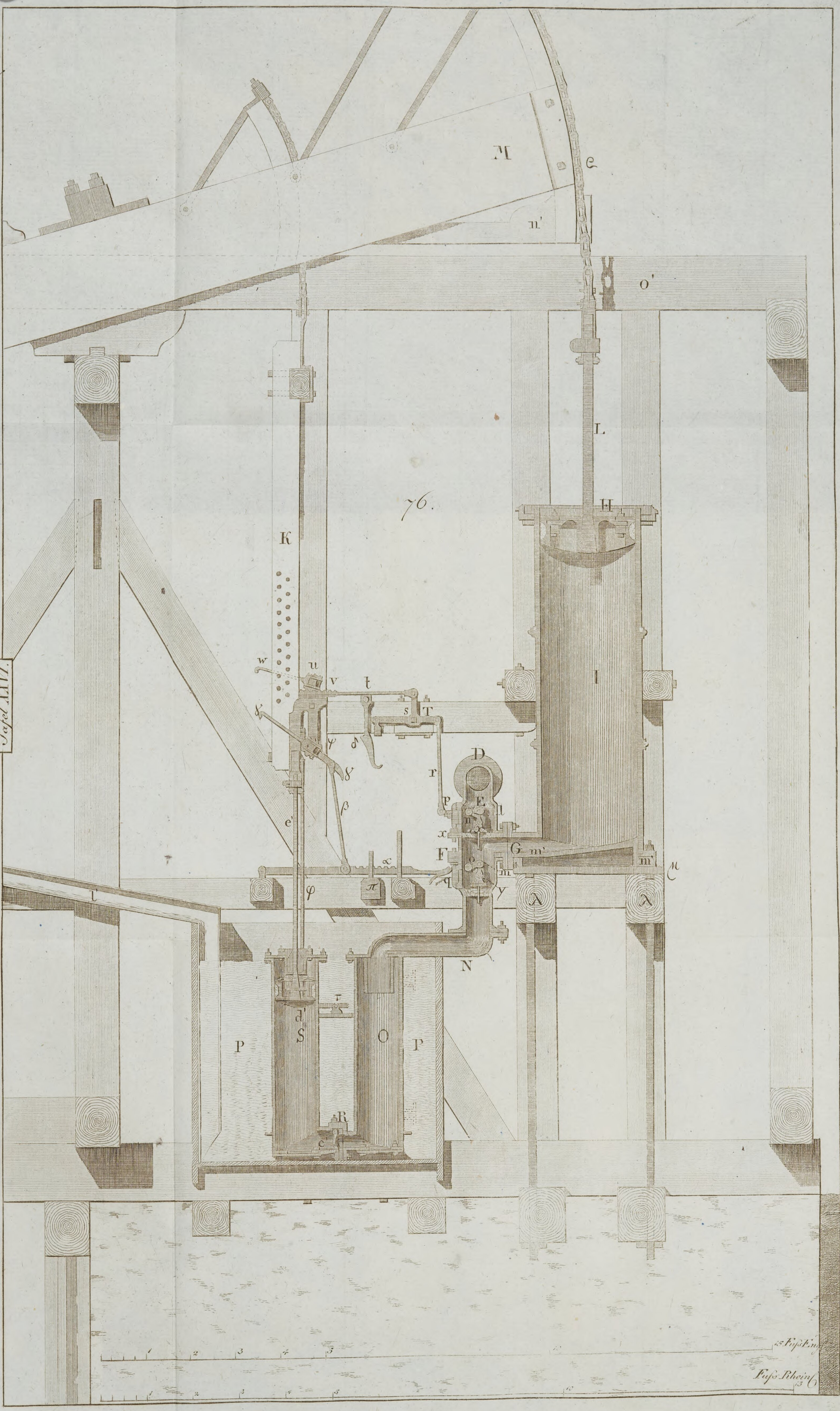


Tafel XXV.

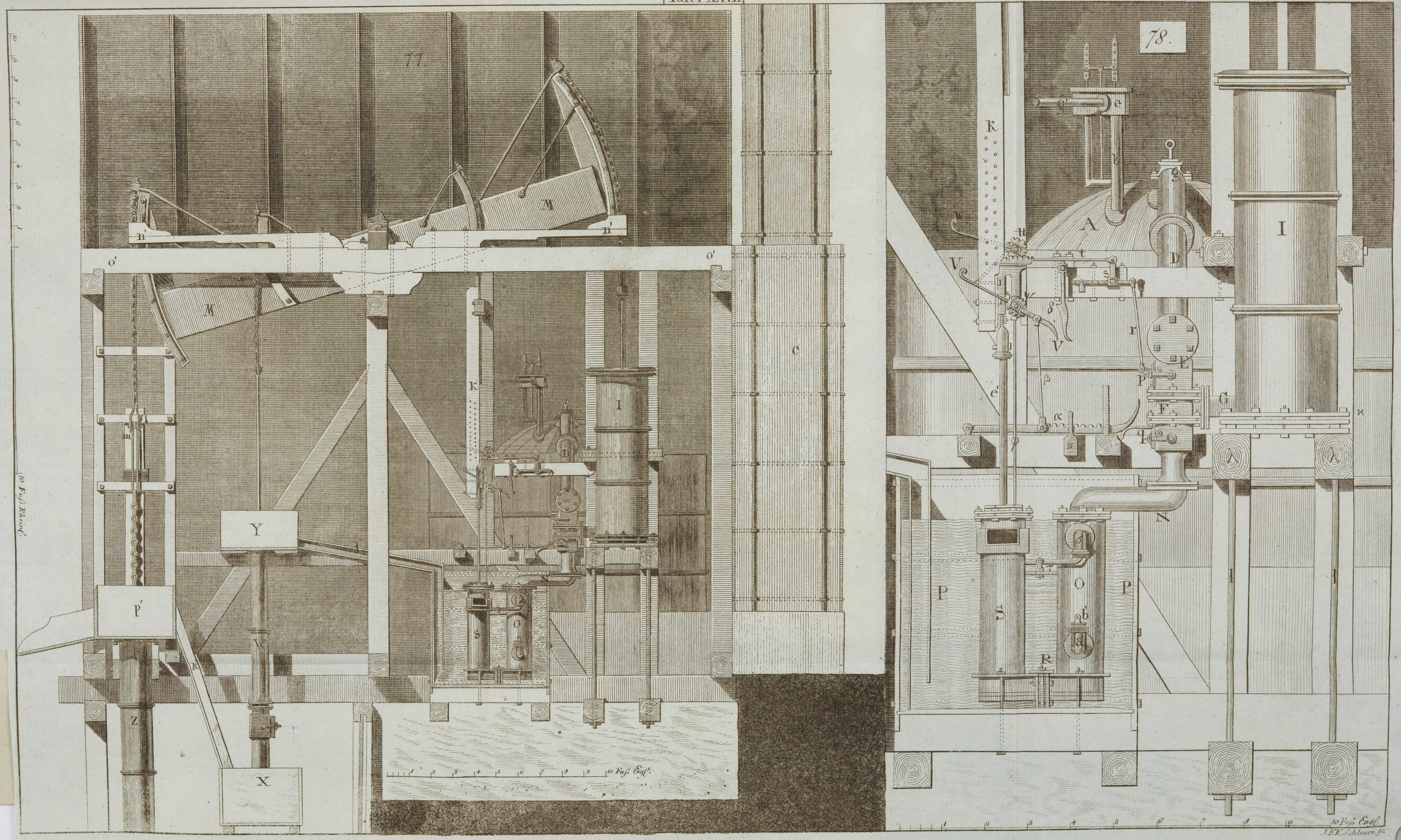
75.


M
n
n
o
o
M
K
m
I
Y
i
p
W
S
O
P
r
Z
X
10.
5.
10.
20. Fuss Engl.
10.
5.
10.
20 Fuss Rheinl.

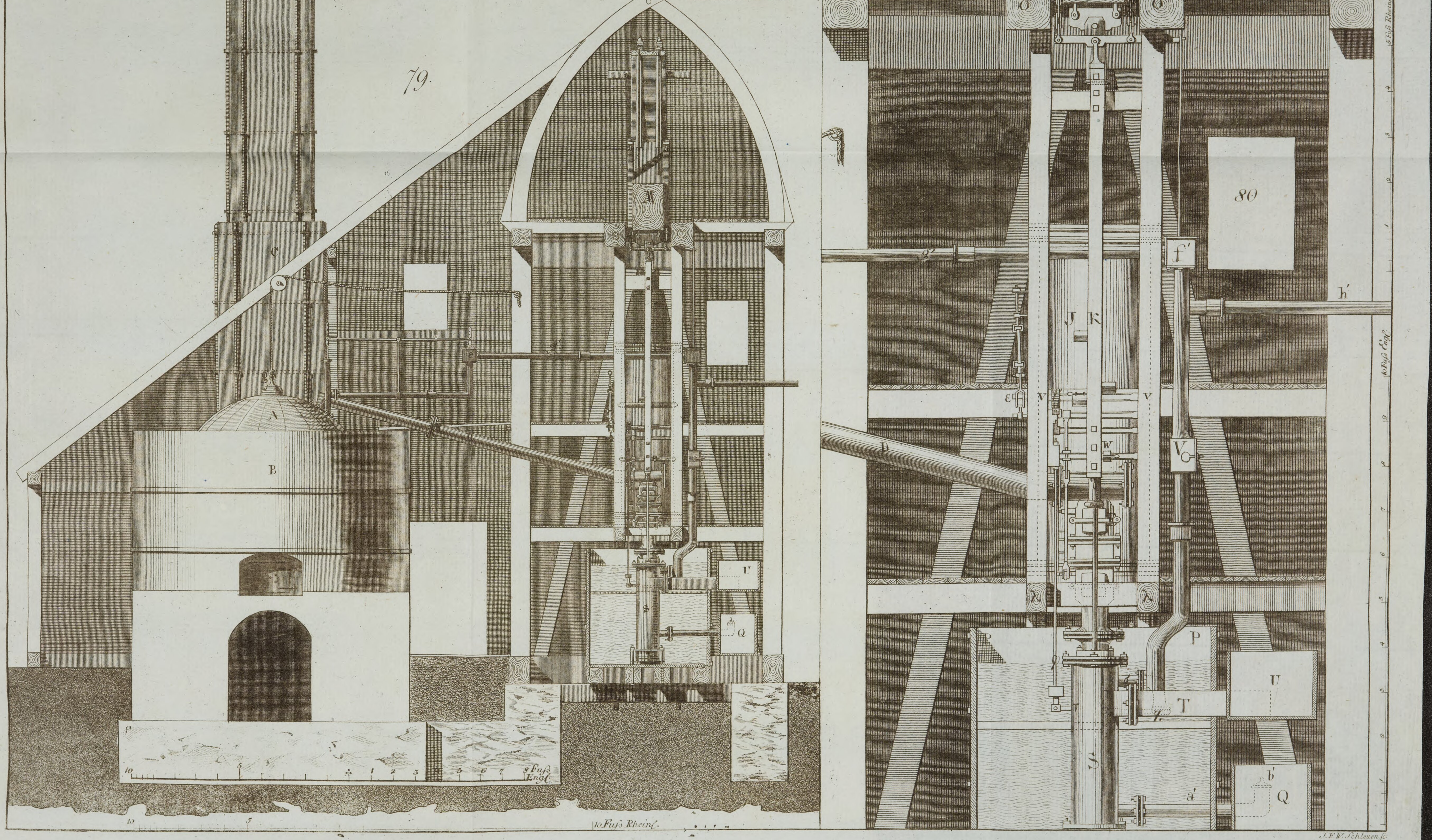
Tafel LXVI.



Tafel XXVII



Tafel XXVIII



Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Gilly, David,

Praktische Anweisung zur Wasserbaukunst, welche eine Anleitung zur Entwerfung, Veranschlagung und Ausführung der am gewöhnlichsten vorkommenden Wasserbaue enthält
Bd.: Zweites Heft

1803

Coburg, Landesbibliothek -- B II 2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11915768-8